

SÉRIE A, N° 3.054

N° D'ORDRE :
3.936

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Bernard TARIS

Ingénieur Agronome

1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MALADIES
CRYPTOGAMIQUES DES RAMEAUX
ET DES JEUNES PLANTS DE PEUPLIER.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 10 Décembre 1957 devant la Commission d'examen.

MM. PLANTEFOL
MANGENOT
CHADEFAUD

Président.

} *Examineurs.*

IMPRIMERIE ALÉNÇONNAISE
PLACE POULET - MALASSIS
ALÉNÇON (ORNE)

1957

SÉRIE A, N° 3.054

N° D'ORDRE :

3.936

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Bernard TARIS

Ingénieur Agronome

1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MALADIES
CRYPTOGAMIQUES DES RAMEAUX
ET DES JEUNES PLANTS DE PEUPLIER.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 10 Décembre 1957 devant la Commission d'examen.

MM. PLANTEFOL

Président.

MANGENOT

CHADEFAUD

Examineurs.



IMPRIMERIE ALENÇONNAISE

PLACE POULET - MALASSIS

ALENÇON (ORNE)

1957

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

Doyen J. PERES

PROFESSEURS

G. JULIA	T Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	ARNULF	T Optique appliquée.
E. DARMOIS . . .	T Enseignement de Physique.	M. MORAND . .	T Physique.
FOCH	T Mécanique physique et expérimentale.	SOLEILLET . . .	T Physique.
PAUTHENIER . . .	T Électrotechnique générale.	FORTIER	T Mécanique expérimentale des fluides.
DE BROGLIE . . .	T Théories physiques.	DANJON	T Astronomie.
JOB	T Chimie générale.	FROMAGEOT . . .	T Chimie biologique.
PRENANT	T Anatomie et Histologie comparées.	LAPORTE	T Physique générale et radioactivité.
GARNIER	T Géométrie supérieure.	JANET	T Mécanique analytique et Mécanique céleste.
PERES	T Mécanique des fluides et application.	PETIT	T Biologie maritime.
LAUGIER	T Physiologie générale.	QUENEY	T Météorologie et dynamique atmosphérique.
M. CURIE	T Physique (P. C. B.).	GALLIEN	T Embryologie.
BARRABÉ	T Géologie structurale et Géologie appliquée.	EICHOEN	T Biologie végétale (P. C. B.).
G. DARMOIS . . .	T Calcul des probabilités et Physique mathématique.	DE CUGNAC . . .	T Biologie végétale (P. C. B.).
J. BOURCART . . .	T Géographie physique et Géologie dynamique.	Mlle CAUCHOIS .	T Chimie physique.
PLANTEFOL . . .	T Botanique.	THELLIER	T Physique du Globe.
GRASSE	T Évolution des êtres organisés.	AUDUBERT . . .	T Électrochimie.
PREVOST	T Chimie organique.	L'HÉRITIER . . .	T Génétique.
BOULIGAND . . .	T Application de l'analyse à la Géométrie.	GRIVET	T Radioélectricité.
CHAUDRON	T Chimie appliquée.	PONCIN	T Mécanique des fluides.
WYART	T Minéralogie.	THIRY	T Mécanique appliquée.
TEISSIER	T Zoologie.	DUBREUIL	T Arithmétique et théorie des nombres.
MANGENOT . . .	T Biologie végétale.	QUELET	T Chimie organique.
P. AUGER	T Physique quantique et relativité.	CHAMPETIER . . .	T Chimie macromoléculaire.
MONNIER	T Physiologie des fonctions.	CUVILLIER	T Géologie structurale et Géologie appliquée.
PIVETEAU	T Géologie.	JUNG	T Pétrographie.
ROCARD	T Physique (E. N. S.).	TRILLAT	T Microscopie et diffraction électronique.
H. CARTAN	T Mathématiques (E. N. S.).	WIEMANN	T Chimie organique structurale.
LAFFITTE	T Chimie générale.	JACQUINOT . . .	T Spectroscopie et physique céleste.
FAVARD	T Mécanique générale.	VASSY	Physique de l'atmosphère.
COULOMB	T Physique du Globe.	DESTOUCHES . .	Théories physiques.
Mlle COUSIN . . .	T Biologie animale (P. C. B.).	M. PRUVOST . . .	T Géologie.
CHRÉTIEN	T Chimie minérale.	AMIEL	T Chimie (P. C. B.).
P. DRACH	T Zoologie.	HOCART	T Minéralogie.
KASTLER	T Physique.	J.-P. MATHIEU .	T Physique (P. C. B.).
EPHRUSSI	T Génétique.	COUTEAUX	T Biologie animale (P. C. B.).
WURMSER	T Biologie physico-chimique.	MAY	Biologie animale (P. C. B.).
RIVIÈRE	T Géologie (S. P. C. N.).	CHOQUET	T Calc. diff. et intégral.
GAUTHERET . . .	T Biologie végétale (P. C. B.).	FELDMANN	Biologie (P. C. B.).
LUCAS	T Recherches physiques.	GUINIER	T Physique (P. C. B.).
A. THOMAS . . .	T Biologie cellulaire.	JOST	T Biologie (P. C. B.).
		FORTET	T Calcul des probabilités.
		SCHWARTZ	T Méthodes mathématiques de la Physique

CHOUARD	T	Physiologie végétale.	TERMIER	T	Paléontologie stratigraphique.
MALAVARD	T	Aviation.	ZAMANSKY	T	Mathématiques générales.
BRELOT	T	Calcul différentiel.	JOLIOT	T	Physique nucléaire et radioactivité.
NORMANT	T	Chimie (P. C. B.).	LENNUIER		Physique (P. C. B.).
BÉNARD	T	Chimie (P. C. B.).	RIZET		Génétique.
BUVAT	T	Botanique (E. N. S.).	M ^{me} TONNELAT		Théories physiques.
DUGUÉ	T	Statistiques mathématiques.	DIXMIER		Mathématiques (M. P. C.).
GELOSO	T	Chimie (S. P. C. N.).	SOUCHAY		Chimie (P. C. B.).
SOULAIRAC	T	Psychophysiologie.	AIGRAIN		Physique (P. C. B.).
ULRICH	T	Physiologie végétale.	BRUSSET		Chimie (P. C. B.).
MARÉCHAL	T	Optique théorique et appliquée.	M. LÉVY		Physique théorique.
KIRRMANN	T	Théories chimiques.	LENORMANT		Physiologie.
CHADEFAUD		Botanique.	M ^{me} CHAIX		Chimie biologique.
DESTRIAU	T	Physique (M. P. C.).	M ^{me} HUREL-PY		Biologie végétale (P. C. B.).
M ^{lle} LE BRETON		Physiologie générale.	PIAUX		Chimie (P. C. B.).
SALEM	T	Mathématiques générales.	BRUN		Mécanique expérimentale des fluides.
LELONG	T	Mathématiques générales.	LEDERER		Chimie biologique.
DEVILLERS		Anatomie et Histologie comparées.	M ^{me} DUBREIL-FERRAND		Mathématiques.
EHRESMANN	T	Topologie algébrique.	BELLAIR		Géologie (S. P. C. N.).
FRANÇON		Physique (M. P. C.).	COTTE	T	Physique (N. P. C.).
CLANGEAUD	T	Géographie physique et Géologie dynamique.	DUBOIS J. . . .		Chimie.
GODEMENT	T	Mathématiques (M. P. C.).	LAMOTTE		Zoologie.
PISOT	T	Calcul des probabilités.	LE ROLLAND		Mécanique des fluides.
ROCH (E.)		Géologie.	MICHEL		Chimie (P. C. B.).
SCHATZMANN		Astrophysique.			

Secrétaire général C. MONIER



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MONSIEUR GEORGES VIENNOT BOURGIN

Professeur à l'Institut National Agronomique

*En témoignage de ma
profonde gratitude.*

A MES PARENTS

AVANT-PROPOS

Nos remerciements s'adressent tout spécialement :

A Monsieur le Professeur VIENNOT BOURGIN qui a assuré notre formation de Pathologiste, nous a au cours de longues années prodigué ses conseils judicieux, et sous la bienveillante direction duquel ce travail a été conduit et mené à bien. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et l'assurance de mon dévouement respectueux.

A Monsieur le Directeur GUINIER, Membre de l'Institut, dont l'autorité dans les domaines forestiers et sylvicoles est connue de tous et qui a bien voulu nous conseiller et revoir notre travail.

A Monsieur le Doyen DUPOUY, Membre de l'Institut qui nous a vivement incité à la réalisation de cette Thèse.

L'expression de ma vive gratitude s'adresse aux Membres de mon Jury de Thèse :

A Monsieur le Professeur PLANTEFOL, Membre de l'Institut, qui a bien voulu me faire l'honneur d'en accepter la Présidence et qui a suivi et guidé notre travail.

A Monsieur le Professeur MANGENOT qui, malgré ses nombreuses tâches a revu le manuscrit et nous a suggéré des améliorations.

A Monsieur le Professeur CHADEFAUD qui s'est intéressé à notre Thèse et nous a fait profiter de ses conseils.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur MERVEILLEUX DU VIGNAUX, Directeur Général des Eaux et Forêts, qui nous a encouragé dans ce travail et nous a facilité la publication de ce mémoire.

Je tiens aussi à présenter mes remerciements à Monsieur ROL, Directeur de l'École des Eaux et Forêts de Nancy, qui a toujours

suivi nos travaux avec intérêt, ainsi qu'à Monsieur POURTET, conservateur des Eaux et Forêts, dont la compétence en populiculture nous a été d'un précieux concours.

Nos remerciements s'adressent également :

A Monsieur BUSTARRET, Inspecteur Général de l'I. N. R., A. qui a permis la réalisation matérielle de notre travail.

A Monsieur GRANTHOMME, Maire de Noyon, qui a mis à notre disposition la possibilité de réaliser une expérimentation rigoureuse sur le terrain.

Cela m'est un plaisir tout spécial d'exprimer mes remerciements :

A Monsieur HARLE D'OPHOVES, Président du Syndicat des Propriétaires Forestiers de l'Oise, dont le soutien matériel et l'expérience de populiculteur nous ont facilité la tâche.

A Monsieur CHARDENON, Directeur du Service des Plantations de la Manufacture d'Allumettes de Saintines, dont la compétence et le constant dévouement nous ont aidé à mener à bien notre expérimentation sur le terrain.

A Monsieur DE THESUT et Monsieur DE JANDIN de la Compagnie Saint-Gobain, auxquels la réalisation de notre travail à Saint-Gobain doit beaucoup.

A tous les planteurs, pépiniéristes et exploitants forestiers qui, intéressés par nos travaux ont toujours été prêts à nous venir en aide, et en particulier Messieurs COUET, EXPERT, HUMBERT, DE LASTEYRIE, MAILLARD et MOREAU.

Nombreuses sont encore les personnes à qui je tiens à exprimer mes remerciements, et tout spécialement :

Monsieur HERBIGNAT, Directeur Général des Eaux et Forêts de Belgique, avec lequel nous avons toujours été en rapport lors de la réalisation de notre travail.

Messieurs VAN VLOTEN (Pays-Bas), ZYCHA (Allemagne), VANDERWALLE (Belgique), PEACE (Grande-Bretagne), SCHREINER (États-Unis), MARTINEZ (Espagne), KRSTIC (Yougoslavie), tous spécialistes des questions de Pathologie des Peupliers qui nous ont fait bénéficier de leur expérience.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur FONTAINE, Secrétaire de la Commission Internationale du Peuplier (F. A. O.), qui nous a facilité nos rapports avec nos collègues étrangers.

Que Monsieur TISSOT, Sous-Directeur de l'Institut National Agronomique, à qui ce mémoire doit en grande partie d'être publié, trouve ici l'expression de ma gratitude.

Je ne saurais oublier dans ces remerciements Monsieur DUPUIS et Monsieur PRUNIER qui ont contribué à la réalisation de ce travail et expérimenté avec nous au Laboratoire et sur le terrain; une part importante des graphiques est l'œuvre du premier nommé et je tiens tout spécialement à le remercier pour la part qu'il a prise dans ce travail de recherche.

Nos remerciements vont enfin à tous ceux qui de près ou de loin ont encouragé et œuvré pour la bonne marche et la réussite de ce travail, travail souvent décevant car nous avons à faire à du « vivant », ce qui laisse la porte ouverte à tous les impondérables de la vie, mais travail qui nous a apporté bien des satisfactions et que nous avons toujours effectué avec foi et avec joie, malgré les nombreuses embuches qui ont pu parsemer le chemin de notre recherche.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CONDITIONS DE TRAVAIL.	3
LIMITATION DU SUJET.	4
1^o Les chancres :	
1 ^o Les chancres dus à des bactéries	5
2 ^o Chancres dus à des champignons des genres <i>Nectria</i> et <i>Diaporthe</i>	7
3 ^o Chancres dus à des champignons du genre <i>Fusa-</i> <i>rium</i>	7
2^o Les lésions des rameaux et des jeunes plants de Peu- plier	8

PREMIÈRE PARTIE

DESCRIPTION DES *POPULUS* SOU MIS A L'EXPÉRIMENTATION

Chapitre Premier

SYSTÉMATIQUE DES <i>POPULUS</i> . DISTINCTION MORPHOLOGIQUE DES ESPÈCES.	11
1^o Généralités sur la systématique des Peupliers . . .	11
2^o Éléments sur lesquels est basée la différenciation des Peupliers	15
3^o Étude succincte des Peupliers soumis à l'expérimen- tation	16
1 ^o <i>Populus deltoides</i> Marsh. cv. ' virginiana ' . . .	16
2 ^o <i>Populus</i> × <i>euramericana</i> (Dode) Guinier cv. ' robusta '	20
3 ^o <i>Populus</i> × <i>euramericana</i> (Dode) Guinier cv. ' se- <i>rotina de Champagne '</i>	22
4 ^o <i>Populus</i> × <i>euramericana</i> (Dode) Guinier cv. ' I 214 Casale '	28

Chapitre II

ANATOMIE DES <i>POPULUS</i>	32
1 ^o <i>Étude microscopique</i>	32
A. — Coupes transversales	32
B. — Coupes longitudinales radiales	34
C. — Coupes longitudinales tangentielles	35
2 ^o <i>Essai de différenciation biométrique des bois des quatre cultivars soumis à l'expérimentation</i> . . .	36

SECONDE PARTIE

LES PARASITES ÉTUDIÉS
ET L'EXPÉRIMENTATION MISE EN ŒUVRE

Chapitre Premier

LES PARASITES ÉTUDIÉS.	40
A. — <i>Ascomycètes</i>	40
B. — <i>Basidiomycètes</i>	41
C. — <i>Adélomycètes</i>	41

Chapitre II

L'EXPÉRIMENTATION MISE EN ŒUVRE AU LABORATOIRE. . .	42
1 ^o <i>Milieux de culture utilisés</i>	42
2 ^o <i>Prélèvements, isolements, repiquages</i>	45

Chapitre III

L'EXPÉRIMENTATION RÉALISÉE SUR LE TERRAIN	47
1 ^o <i>Généralités</i>	47
2 ^o <i>Buts recherchés</i>	47
3 ^o <i>Les terrains expérimentaux</i>	48
1 ^o <i>Les plantations expérimentales</i>	48
1 ^o <i>Stations d'essais</i>	48
2 ^o <i>Dates de plantation</i>	49
3 ^o <i>Cultivars plantés</i>	49
4 ^o <i>Conditions de plantation</i>	49

5° Les plantations et les caractéristiques des sols . . .	49
<i>Noyon</i>	51
<i>Chevrières</i>	58
<i>Saint-Gobain</i>	64
<i>Saintines</i>	65
2° Les pépinières expérimentales.	65
4° Les techniques et les méthodes utilisées	66
1° Les inoculations.	66
a) Matériel nécessaire	66
b) Mode opératoire	67
c) Différents types d'inoculations	68
d) Remarques	69
e) Rythme des inoculations	69
2° Les observations.	69
3° Les notations	69
4° Transcription et interprétation des résultats . . .	74
5° Observations sur le terrain concernant les infections naturelles	76

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE DE *DOTHICHIZA POPULEA* SACC. ET BRIARD

Chapitre Premier

CARACTÉRISATION ET DESCRIPTION DE LA MALADIE ET DU PARASITE	79
1° Généralités. Position systématique	79
2° Répartition géographique	79
3° Description de la maladie	83
4° Aspect microscopique du <i>Dothichiza populea</i> . . .	84
1° Pycnides	84
2° Pycniospores	85
3° Mycélium.	86
5° Le parasite en culture.	86

Chapitre II

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DU PARASITE. .	88
A. — <i>Expérimentation au laboratoire</i>	88
1° Mode de germination des spores.	88

2° Influence de la température sur la germination des spores et le développement mycélien	91
<i>a)</i> Conditions de l'essai	91
<i>b)</i> Résultats	94
<i>c)</i> Conclusions	94
<i>d)</i> Remarque	97
3° Influence de la concentration en spores sur la germination	100
<i>a)</i> Conditions de l'essai	100
<i>b)</i> Résultats	100
<i>c)</i> Conclusions	101
4° Influence de la lumière sur la germination des spores et sur le développement des tubes germinatifs	102
<i>a)</i> Conditions de l'essai	103
<i>b)</i> Résultats	104
<i>c)</i> Conclusions	104
5° Influence du vieillissement des spores sur leur germination et sur le développement des tubes germinatifs	106
<i>a)</i> Conditions de l'essai	106
<i>b)</i> Résultats	107
<i>c)</i> Conclusions	108
6° Influence du pH sur la germination des spores	109
<i>a)</i> Conditions de l'essai	109
<i>b)</i> Résultats	109
7° Longévité des spores	110
8° Résistance au froid du mycélium	111
<i>a)</i> Conditions de l'essai	112
<i>b)</i> Résultats	112
<i>c)</i> Conclusion	113
9° Étude de la vitesse du développement mycélien	113
<i>a)</i> Expérimentation au laboratoire	113
1° Technique	113
2° Résultats	115
3° Conclusions	117
<i>b)</i> Expérimentation sur le terrain	117
1° Technique	117
2° Résultats	118
3° Conclusions	118
10° Le cheminement mycélien au sein du végétal parasite	118

11°	Durée de la persistance de la vie mycélienne au sein de la zone altérée	119
12°	<i>Cenangium populneum</i> (Pers.) Rehm, forme parfaite de <i>Dothichiza populea</i> Sacc. et Briard ?	120
	a) Généralités	120
	b) Description du <i>Cenangium populneum</i> (Pers.) Rehm.	120
	c) Expérimentation entreprise	121
B.	<i>L'expérimentation et les observations sur le terrain.</i>	123
1°	Pénétration du parasite	123
2°	Les périodes de sensibilité du végétal	125
	a) Les techniques de notations.	125
	b) Résultats	125
	c) Conclusion.	126
3°	La production des pycnides	126
4°	Les périodes d'installation du parasite	127
	a) Remarques préliminaires	127
	b) Les périodes d'installation.	127
5°	Évolution de la maladie	129
	a) Centre expérimental de Chevrières.	131
	b) Centre expérimental de Noyon	132
6°	De l'influence de la taille sur la propagation du <i>Dothichiza populea</i> Sacc. et Briard	133
7°	Influence des facteurs climatiques	134
	a) Influence des facteurs climatiques sur l'intensité des attaques.	134
	b) Influence des facteurs climatiques sur l'évolution de la maladie	136
8°	Différence de sensibilité des quatre cultivars soumis à l'expérimentation	137
9°	Influence des façons culturales	137
10°	Intensité des attaques dans les différents centres expérimentaux.	137
11°	La « maladie des taches brunes » et ses éventuels rapports avec <i>Dothichiza populea</i> Sacc. et Briard	139
	a) Généralités	139
	b) Description de la maladie	139
	c) Les causes — supposées — de cette infection.	140

CONCLUSIONS.	141
----------------------	-----

QUATRIÈME PARTIE

ÉTUDE DU *CYTOSPORA CHRYSOSPERMA* (PERS.) FR.

Chapitre Premier

CARACTÉRISATION ET DESCRIPTION DE LA MALADIE ET DU PARASITE

1° Généralités. Position systématique	149
2° Répartition géographique	149
3° Description de la maladie	149
4° Aspect microscopique	150
a) Pycnides	150
b) Pycniospores	151
5° Le parasite en culture.	152

Chapitre II

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DU PARASITE

A. — *L'expérimentation au laboratoire*

1° Mode de germination	155
2° Influence de la température et du milieu sur la germination des spores	155
a) Conditions de l'essai.	155
b) Résultats	155
c) Conclusions	159
3° Influence de la concentration en spores	161
a) Conditions de l'essai	161
b) Résultats	161
c) Conclusions	163
4° Influence de la lumière sur la germination des spores et le développement des tubes germinatifs	163
a) Conditions de l'essai	163
b) Résultats	163
c) Conclusions	165
5° Longévité des spores	166
6° Résistance au froid du mycélium	166

7° Étude de la vitesse du développement mycélien	166
a) Expérimentation au laboratoire	166
1° Technique	166
2° Résultats	167
3° Conclusion	167
b) Expérimentation sur le terrain	167
1° Technique	167
2° Résultats	168
3° Conclusion	168
B. — L'expérimentation sur le terrain	168
1° La pénétration du parasite	168
2° Les périodes de sensibilité du végétal	169
a) Les techniques de notations	169
b) Résultats	169
c) Conclusion	171
3° La production des pycnides	171
4° Les périodes d'installation du parasite	172
5° L'évolution de la maladie	172
a) Centre expérimental de Chevières	174
b) Centre expérimental de Noyon	174
6° Influence de la taille sur la propagation du <i>Cytospora</i> <i>chrysoperma</i> (Pers.) Fr.	175
7° Influence des facteurs climatiques	175
8° Différence de sensibilité des quatre cultiva- rs soumis à l'expérimentation	176
9° Influence des façons culturales	178
CONCLUSIONS	178

CINQUIÈME PARTIE

ÉTUDE DU *FUSARIUM AVENACEUM* (FR.) SACC.

Chapitre Premier

CARACTÉRISATION ET DESCRIPTION DE LA MALADIE ET DU PARA- SITE	185
1° Introduction. Description de la maladie	185
2° Généralités sur les <i>Fusarium</i>	187
3° Les caractéristiques du genre <i>Fusarium</i> Link.	188

4° Répartition géographique du faciès maladif observé	189
5° Aspect cultural et microscopique du <i>Fusarium</i> . Sa détermination	190
a) Les isolements	190
b) Les cultures.	190
c) Aspect microscopique	192
α) Les spores	192
1) Description	192
2) Mensurations	192
β) Le mycelium	194
d) Détermination	194

Chapitre II

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DU <i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.	195
A. — <i>L'expérimentation au laboratoire</i>	195
1° Mode de germination des spores	195
2° Influence du milieu de culture sur le développement mycélien	195
a) Conditions de l'essai	195
b) Résultats	198
c) Conclusion	198
3° Influence de la lumière et de l'obscurité sur la croissance du mycélium.	198
a) Conditions de l'essai	198
b) Résultats	199
c) Remarques sur l'aspect des cultures	200
d) Conclusions	200
4° Influence du pH sur la germination des spores	200
a) Conditions de l'essai	200
b) Résultats	201
B. — <i>L'expérimentation sur le terrain</i>	203
1° Pénétration du parasite	203
2° Les périodes de sensibilité du végétal	203
a) Techniques de notations	203
b) Résultats	203
c) Conclusion	205

3° L'évolution de la maladie	205
<i>a)</i> Centre expérimental de Noyon	206
<i>b)</i> Centre expérimental de Chevières	206
4° Influence des facteurs climatiques	207
5° Différence de sensibilité des quatre cultivars	208
6° Influence du travail du sol	210
CONCLUSIONS.	210
CONCLUSIONS GÉNÉRALES	215
BIBLIOGRAPHIE	228

INTRODUCTION

A une époque où les nécessités de rendement, de vitesse, de rentabilité de la production sous toutes ses formes, rythment les préoccupations de chacun, les besoins en certaines matières premières se sont faits de plus en plus sentir au cours des dernières années.

L'utilisation brutale et inconsidérée des richesses naturelles a provoqué leur épuisement rapide, et l'homme a été mis dans l'obligation de recourir à des matériaux de remplacement. La consommation en bois a crû dans de vastes proportions, tout spécialement en raison des demandes de la papeterie, et l'on a exploité de manière inconsidérée les forêts de l'Amérique du Nord.

Le dépeuplement en conifères des régions nordiques, élément de base pour les industries des « bois blancs », s'est notablement aggravé depuis la dernière guerre mondiale. Pour satisfaire les multiples demandes, la forêt a été compromise sans tenir compte des temps inéluctables nécessaires à sa reconstitution.

Afin de pallier au déficit, il a été indispensable de trouver rapidement de nouvelles ressources de matières premières. C'est dans ce but que les Peupliers, pourvus de convenables qualités technologiques, d'une bonne rapidité de croissance et d'une certaine souplesse culturale ont été utilisés en grande quantité au cours des dernières années. Cet arbre fournit en effet un bois fort recherché pour le déroulage (panneaux, contreplaqués, emballages, allumettes), le défibrage (panneaux de fibres), le sciage (menuiserie). Le Peuplier est fort apprécié également en Allemagne et en Italie pour la pâte à papier; il serait souhaitable que son emploi soit plus important dans la papeterie française.

On a donc « planté du Peuplier ». Sans tenir compte toujours de certains principes essentiels, bien connus des forestiers et de

certaines populiculteurs, on a vu s'étendre des plantations dans les sols les plus divers en employant des plants produits sans discernement, considérant tout juste la grande facilité de bouturage du Peuplier et sa relative adaptation à des terres non travaillées, annuellement inondées, souvent impropres à toute autre culture.

La production de boutures à titre privé a quelquefois réalisé la multiplication de clones très différents dans leur comportement cultural.

Certaines de ces plantations (surtout parmi les jeunes), subissent aujourd'hui le sort réservé à toute culture faite de manière extensive, sans adaptation variétale ou clonale; elles deviennent la proie des maladies qui s'y multiplient sous forme de foyers capables de gagner des peupleraies saines jusqu'alors.

Le problème des « maladies des Peupliers » s'est donc posé; déjà envisagé au lendemain de 1914-1918, il est apparu encore plus important depuis quelques années. En effet, des dégâts de l'ordre de centaines de millions se produisent dans les pépinières et plantations françaises ainsi que dans les pays voisins.

Devant le nombre élevé de questions qui se posent actuellement concernant le bon état des cultures de Peupliers, nous avons dû faire un choix et nous limiter à l'étude des principales maladies cryptogamiques sévissant essentiellement sur les jeunes plants.

CONDITIONS DE TRAVAIL

L'expérimentation et les recherches ont été poursuivies pour des parts à peu près égales au **Laboratoire** et sur le **terrain**.

Travaillant sur un problème concernant une essence forestière, de vastes surfaces nous ont été nécessaires afin de pouvoir réaliser rigoureusement une expérimentation en nature; des déplacements fréquents, par tous les temps, nous ont été imposés pour ce travail et ce dernier n'a pu être mené à bien que grâce au concours constant et entier des services administratifs et de nombreux organismes privés. La nature des plantes interdisait dans bien des cas un travail valable en serre, aussi avons-nous dû nous plier au rythme lent de la nature et attendre de longs mois afin de pouvoir préciser une réponse douteuse.

La prospection et l'expérimentation sur le terrain se sont surtout limitées aux départements situés au nord et au nord-est de Paris, et tout particulièrement à l'Oise et à l'Aisne. Mais nous avons également poursuivi des prospections et des observations dans les principales régions de France ainsi que dans un certain nombre de pays voisins : Belgique, Pays-Bas, Allemagne, Espagne.

L'essentiel du travail sur le terrain a été accompli dans les centres expérimentaux de **Noyon** (Oise), **Chevrières** (Oise), **Saintines** (Oise) et **Saint-Gobain** (Aisne).

La partie travail de laboratoire a été réalisée au **Laboratoire de Recherches de l'I. N. R. A. annexé à la chaire de Botanique et de Pathologie Végétale de l'Institut National Agronomique**. Nous avons également bénéficié d'un petit laboratoire de campagne à Noyon, ainsi que de facilités de travail dans les Laboratoires du Bouchet, de Versailles, Saintines, Saint-Gobain.

L'expérimentation s'est poursuivie au cours de tous les mois de l'année, et ce, pendant plusieurs années, avec une période d'activité maxima durant les mois hivernaux.

Des postes météorologiques répartis dans les terrains dans l'Oise et dans l'Aisne, nous ont permis de relier d'une manière précise les résultats expérimentaux aux données climatiques.

LIMITATION DU SUJET

— Il n'est pas dans notre esprit de faire une étude de l'ensemble des maladies cryptogamiques des Peupliers.

— Nous nous trouvons d'une part dans l'impossibilité d'observer et de vérifier une grande partie des champignons cités dans la littérature; même si cela nous était possible nous aboutirions à une monographie des parasites cryptogamiques, ce qui n'est pas notre but; d'autre part, ce n'est qu'assez récemment que la classification des Peupliers a été établie avec certitude et clarté surtout en ce qui concerne les peupliers indigènes, importés ou hybrides cultivés en France. Il ne peut donc être rapporté avec certitude sur l'un ou sur l'autre de ces *Populus* une référence ancienne ou même relativement récente.

Nous n'avons pas fait non plus une étude des champignons attaquant le bois sur l'arbre ou après abattage (Ex. : *Ungulina inzengae* de Not.) qui appartiennent à la mycologie stricte ou à la technologie du bois. Nous avons réservé nos recherches à celles concernant les mycoses des rameaux et des jeunes plants.

Considérant qu'un certain nombre de champignons provoquent des altérations très importantes sur les plants de Peupliers, l'intérêt économique s'alliant à l'intérêt scientifique, c'est uniquement de ces espèces cryptogames dont il sera question dans le présent mémoire.

Les manifestations apparentes de ces espèces se traduisent à la surface du tronc et des rameaux par des **lésions** tissulaires, ou par la formation de tumeurs désignées sous le nom de **chancres**.

— Sous ce terme de **chancre**, nous envisagerons des blessures plus ou moins profondes au niveau desquelles se manifeste, suivant un rythme saisonnier, une réaction propre de l'hôte capable de limiter la pénétration et la prolifération du parasite et de provoquer la guérison de la plaie.

— Sous le terme de **lésions** tissulaires profondes, nous étudions celles qui suivent la progression lente, mais continue, du parasite sans qu'il y ait pour cela modification superficielle notable.

1^o LES CHANCRES

Les chancres représentent des affections redoutables pour les Peupliers. La dénomination de « chancre » recouvre en fait un ensemble d'altérations du bois et de l'écorce qui se caractérisent par une boursoufflure ou un crevassement localisé, ou disposé sans ordre sur le tronc et les grosses branches. Dans de nombreux cas, sur le même sujet, les chancres sont multiples. Ils interviennent suivant leur origine tantôt en pépinière, tantôt dans des plantations jeunes ou anciennes.

L'inconvénient majeur du chancre est de rendre le bois absolument inutilisable comme bois d'œuvre.

Il peut être distingué :

1^o Les chancres dus à des bactéries.

C'est au chancre « bactérien » que l'on rapportait il y a quelques années, sans contrôle réel, tous les accidents superficiels ou profonds de l'écorce et du bois de Peuplier. Des observations récentes ont montré qu'il n'en était rien et que le chancre bactérien représente à lui seul un type parmi tant d'autres.

a) *Symptômes*. — A son plein développement, le chancre se présente sur la tige, les grosses branches ou les rameaux supérieurs, sous forme de bourrelets ovales, longitudinaux, saillants, symétriques par rapport à des dépressions profondes et étroites. Si un chancre entoure une branche, l'extrémité meurt; il en est de même si la flèche est attaquée dans les mêmes conditions.

b) *Évolution*. — La **première phase** se manifeste par une altération profonde de l'écorce. Une **seconde phase** est marquée par le développement des tissus réactionnels sous forme d'une gibbosité qui provoque l'éclatement de l'écorce.

Les éléments du liber sont atteints. La partie mise à nu manifeste un commencement de cicatrisation. Puis la gibbosité alors très développée se déprime un peu dans sa partie médiane. Il en résulte une **fente longitudinale** d'où s'écoule au printemps un liquide

transparent ou brunâtre, un peu visqueux, cette fente étant délimitée de part et d'autre par deux bourrelets libéro-ligneux sensiblement égaux. De là vient le nom de « chancre suintant » que l'on a donné à ce chancre. Dans une **quatrième phase** l'écoulement est devenu très intense. Une cicatrisation de la plaie semble se réaliser par formation de bourrelets successifs, mais ceux-ci s'infectent à leur tour; le chancre gagne en largeur et en profondeur. On peut définir une **cinquième phase** qui est celle de la dessiccation. Elle n'apparaît que lorsque le chancre est parvenu à envelopper complètement le rameau ou le tronc dont il entraîne la mort. La plaie présente alors une large ouverture béante qui sert de repaire à des *larves d'insectes* et à des *champignons saprophytes* divers.

c) *Biologie*. — Le chancre est avant tout la manifestation d'un parasite de blessure; toutes les plaies favorisent son développement. Il se peut que les insectes jouent également un rôle spécifique dans sa propagation en transportant l'exsudat constituant le suintement à partir du printemps jusqu'au mois d'août.

La cause de cette affection a été attribuée par les Hollandais à *Pseudomonas rimefaciens* Köning (1938), mais Peace, de même que Sabet (1953) considèrent le *Pseudomonas syringae* Van Hall f. *populea* Sabet, comme la cause initiale de cette forme chancreuse.

d) *Sensibilité*. — Parmi les Peupliers cultivés en France, sont considérés comme particulièrement sensibles au nord de la Garonne la plupart des **Régénérés** et des **Baumiers**.

(Nous donnerons plus loin quelques précisions concernant leur position systématique.)

* Nous n'insisterons pas sur l'étude de cette manifestation chancreuse qui est du ressort d'un bactériologiste. Signalons que cette forme d'altération est en nette voie de régression, depuis un certain nombre d'années, à la suite des précautions qui ont été prises en ce qui concerne la propagation des **Baumiers** et des **Régénérés** qui ont été pratiquement éliminés de toutes les plantations récentes.

2° Chancres dus à des champignons des genres *Nectria* et *Diaporthe*.

Des études réalisées par Lansade (1945), lui ont permis de décrire le « chancre typique » comme étant une lésion qui apparaît en un point de l'écorce qui meurt l'année suivante. Il se forme progressivement un bourrelet cicatriciel à la limite de la région demeurée saine; de nouveaux bourrelets irréguliers, déformants, s'ajoutent chaque année qui cependant, ne provoquent pas une cicatrisation totale. Quand le chancre entoure une branche à sa base, il peut en déterminer la mort, mais sur le tronc les effets sont beaucoup plus lents.

Dans les tissus de l'écorce et du bois atteints par le chancre, on observe la présence du mycélium. Le champignon occupe les parties les plus altérées, s'étend également jusqu'au voisinage de la partie d'apparence saine et paraît même la pénétrer légèrement. De nombreux champignons ont été isolés de ces régions malades; beaucoup d'entre eux se sont révélés saprophytes (à la suite d'inoculations), alors que d'autres ont été capables de donner des débuts de chancres sur Peuplier.

Ces champignons des parties peu profondes de l'écorce et du bourrelet appartiennent aux genres *Nectria* et *Diaporthe*.

Nous avons trouvé de rares fois de tels chancres dans l'Oise et dans la vallée de la Garonne. Ils sont cependant peu fréquents et d'importance économique réduite.

Les altérations provoquées par ces champignons sur Peuplier, sont à rapprocher des dommages causés par le *Nectria galligena* Bres. et le *Diaporthe perniciosa* Marchal, sur les rameaux des arbres fruitiers.

3° Chancres dus à des champignons du genre *Fusarium*.

Un faciès maladif très particulier a été observé dans de nombreuses pépinières de l'Oise et de l'Aisne dès la fin 1953, et dans le Lyonnais en 1954, sur des plants de 2 et 3 ans.

Nous lui consacrerons une part importante de notre travail.

2° LES LÉSIONS DES RAMEAUX
ET DES JEUNES PLANTS DE PEUPLIERS

Sur les rameaux, mais aussi en des points très variés des jeunes plants de Peupliers, de nombreux champignons sont capables de provoquer des lésions qui entraînent bien souvent la mort du végétal.

Cytospora chrysosperma (Pers) Fr. et *Dothichiza populea* Sacc. et Briard sont les plus fréquents, et c'est à eux que nous avons consacré l'essentiel de ce mémoire.

Nous souhaitons avoir pu apporter quelques données nouvelles concernant la biologie de ces champignons et contribuer par suite à réduire les importants dégâts causés dans les très nombreuses pépinières et plantations de Peupliers.

*
* *

Comme il n'est pas question de faire une étude détaillée du parasite sans s'attacher d'une manière approfondie à l'hôte, nous devons considérer tout d'abord les principales caractéristiques de l'hôte parasité.

Nous nous sommes limités à l'étude des 4 principaux cultivars de *Populus* existant en France à l'heure actuelle, à savoir :

1° *Populus deltoides* Marsh. cv. ' virginiana '.

2° *Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier, cv. ' robusta '.

3° *Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier cv. ' serotina de Champagne '.

4° *Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier cv. ' I 214 Casale '.

Ces 4 cultivars de Peupliers représentent près de 90 p. 100 des réalisations actuelles, et c'est cette importance économique qui, pour nous, a été limitative.

PREMIÈRE PARTIE

DESCRIPTION DES *POPULUS* SOU MIS A L'EXPÉRIMENTATION

Chapitre Premier

SYSTÉMATIQUE DES *POPULUS* DISTINCTION MORPHOLOGIQUE DES ESPÈCES

1. GÉNÉRALITÉS SUR LA SYSTÉMATIQUE DES PEUPLIERS.
 2. ÉLÉMENTS SUR LESQUELS EST BASÉE LA DIFFÉRENCIATION DES PEUPLIERS.
 3. ÉTUDE SUCCINCTE DES PEUPLIERS SOUMIS A L'EXPÉRIMENTATION.
-

Chapitre II

ANATOMIE DES *POPULUS*

1. ÉTUDE MICROSCOPIQUE.
 2. ESSAI DE DIFFÉRENCIATION BIOMÉTRIQUE DES RAMEAUX DES
4 CULTIVARS SOUMIS A L'EXPÉRIMENTATION.
-

Chapitre Premier

SYSTÉMATIQUE DES *POPULUS* DISTINCTION MORPHOLOGIQUE DES ESPÈCES

1^o GÉNÉRALITÉS SUR LA SYSTÉMATIQUE DES PEUPLIERS

Sous la désignation de Peupliers, on comprend sur le territoire français un ensemble d'espèces et de formes nées ou maintenues par la culture, le plus souvent difficiles à distinguer morphologiquement, mais possédant des qualités écologiques et physiologiques particulières.

L'étude botanique des Peupliers de France doit nécessairement utiliser rigoureusement les règles de nomenclature concernant les genres, sous-genres, espèces, variétés et cultivars.

* * *

Les Congrès Internationaux de Botanique qui se sont succédés depuis le début du siècle se sont préoccupés de fixer les règles de la nomenclature botanique qui, à la suite du Congrès de Stockholm (1950), ont été réunies en un « Code International de Nomenclature Botanique » dont les premiers articles précisent le but : « La botanique ne peut faire de progrès sans un système régulier de nomenclature employé par l'immense majorité des botanistes de tous les pays..... Le code de la nomenclature doit être simple, et fondé sur des motifs assez nets et assez puissants pour que chacun le comprenne et consente à l'accepter... **L'essentiel est d'obtenir la fixité des noms, d'éviter ou de repousser l'emploi de formes et de noms pouvant produire soit des erreurs, soit des équivoques et jeter la confusion dans la science.**

Ces règles s'appliquent aux plantes sauvages ou à celles qui, mises en culture, ne s'écartent en rien d'essentiel de leurs souches sauvages.

Par contre, la dénomination des « **formes particulières nées ou maintenues en culture** » sont régies par des règles particulières

préparées par les Congrès de Botanique et codifiées en 1952 par le Congrès International d'Horticulture de Londres. Les plantes cultivées ont, pour la civilisation, un intérêt considérable, mais, elles ne peuvent être dénommées suivant les règles botaniques; en raison de l'apparition fréquente de variations nouvelles — ou prétendues telles — il s'est avéré indispensable de créer un système d'enregistrement sur le plan international.

En 1949 et 1950, la Commission Internationale du Peuplier a adopté les principes de la nomenclature applicables au genre *Populus* en se référant aux conclusions des Congrès de Botanique. Nous rappellerons ici ces règles valables pour les divisions spécifiques et supra-spécifiques.

Le genre *Populus* — Peuplier — constitue avec le genre *Salix* — Saule — la famille des *Salicacées*.

Ce genre *Populus* est divisé en 5 sections ou sous-genres :

Section *Turanga*

Section *Leucoides*

Section *Aigeiros*

Section *Leuce*

Section *Tacahamaca*

Les deux premières sections — ou sous-genres — ne renferment que peu de représentants qui n'ont qu'un intérêt ornemental.

Les trois dernières sections correspondent aux Peupliers noirs, aux Peupliers blancs et aux Peupliers baumiers.

A l'intérieur de ces sections, tous les Peupliers sauvages sont rattachés à des espèces collectives désignées suivant les règles de la nomenclature botanique, c'est-à-dire par un binôme latin suivi du nom de l'auteur qui a le premier décrit l'espèce (nom et épithète latins sont soulignés dans les manuscrits et écrits en italique dans les textes imprimés; l'article 82 G du Code recommande d'employer une lettre minuscule pour l'initiale des épithètes).

La désignation d'un Peuplier doit donc être toujours précisée par l'indication de la section et de l'espèce à laquelle il est rattaché: cette règle s'avère obligatoire non seulement pour éviter les confusions dans l'interprétation des comptes rendus d'études et d'expériences ou même des documents commerciaux ou industriels, mais en outre parce que l'appartenance à telle section ou à telle espèce

collective se traduit dans la pratique par des différences morphologiques et écologiques.

Cependant, en dehors de quelques régions où on exploite les espèces sauvages (*Populus tremula* L. en Scandinavie, *Populus tremuloides* L. en Amérique du Nord par exemple), le populteur, et l'utilisateur ne connaissent généralement que des **clones ou variations maintenues seulement par la culture**, et présentant des caractères tout à fait constants en raison de leur multiplication exclusivement végétative.

Il est donc indispensable de les désigner suivant des règles très précises permettant de les distinguer, même typographiquement, afin d'éviter toute confusion avec les variations sauvages.

Les règles suivantes ont été établies pour la dénomination des plantes cultivées qui ne peuvent s'adapter au Code Botanique. Nous nous contenterons dans ce qui suit de mentionner l'essentiel de ce qui a été adopté pour ces dénominations des plantes cultivées.

Le nom d'une plante cultivée a habituellement trois parties :

- le nom **générique**,
- le nom **spécifique**,
- la **désignation variétale**.

Par exemple, dans le nom complet *Sedum spectabile* « Brilliant », *Sedum* indique le genre et *spectabile* une espèce particulière; « *Brilliant* » est la désignation variétale (appelée, nom de « **cultivar** » dans le code).

Dans la nomenclature, les groupes d'hybrides intergénériques sont traités comme des genres, et les hybrides entre espèces sont traités comme des espèces.

— Le Code fixe que le terme « **variété** » (en abrégé : var.) sera réservé pour les formes de plantes cultivées à l'état sauvage, et qui sont dénommées en latin (variétés botaniques) et que le terme « **cultivar** » (en abrégé : cv.) sera appliqué aux formes spéciales nées ou maintenues exclusivement en culture. Insistons sur ce fait qu'un cultivar est une variété maintenue par la culture. Ce maintien peut être réalisé :

- soit par graines, c'est le cas des blés;
- soit par multiplication végétative (on a alors des clones).

Remarquons que les **peupliers noirs** cultivés ne peuvent en

aucun cas, être considérés comme des variétés botaniques, même s'ils sont désignés par un nom latin : en effet, ils sont propagés végétativement et, par suite, chaque forme est représentée par un seul sexe constituant généralement un clone (ou parfois un groupe de clones à la suite de variations également végétatives). Ces Peupliers sont donc des cultivars.

— Précisons comment sont formés et employés ces noms de cultivar.

A partir du 1^{er} janvier 1954 aucun nouveau cultivar ne devra être nommé en latin. Le nom de cultivar doit être distingué typographiquement d'un nom botanique, de préférence en le plaçant entre guillemets simples. Le nom de cultivar doit commencer par une lettre capitale, sauf s'il était désigné avant le 1^{er} janvier 1954 par un nom latin. En aucun cas, un nom d'auteur ne sera donné à un nom de cultivar.

Le nom de cultivar peut être attaché soit au nom scientifique, soit au nom commun. Par exemple : *Syringa vulgaris* ' Mont Blanc ' ou Lilas ' Mont Blanc '.

Le même nom de cultivar ne doit pas être utilisé deux fois dans le même genre, ne doit pas comprendre plus de deux mots, doit être précis et éviter les abréviations, les noms de pays ou d'État sans épithète, les initiales, les noms de personnalités politiques connues, les mots d'une longueur excessive...

En considérant la **section *Algeiros*** (qui comprend la plupart des Peupliers cultivés en France), et en appliquant ces règles de nomenclature aux Peupliers auxquels nous nous sommes particulièrement intéressés au cours de notre expérimentation, nous obtenons :

Nom d'espèce	Nom de cultivar	Nom commun
<i>Populus deltoides</i> Marsh.	cv. ' virginiana '	Peuplier de Virginie
<i>Populus</i> × <i>euramericana</i> (Dode) Guinier	cv. ' robusta '	Peuplier ' robusta '
<i>Populus</i> × <i>euramericana</i> (Dode) Guinier	cv. ' serotina de Champagne '	Peuplier ' serotina de Champagne '
<i>Populus</i> × <i>euramericana</i> (Dode) Guinier	cv. ' I 214 Casale '	Peuplier ' I 214 '

(Le signe × indique le caractère hybride des Peupliers rattachés à cette unité de rang spécifique.)

2^o ÉLÉMENTS SUR LESQUELS EST BASÉE LA DIFFÉRENCIATION
DES PEUPLIERS

Deux caractères d'ordre botanique et cultural confèrent aux Peupliers une véritable originalité :

a) la **dioecie**;

b) la faculté de **multiplication par voie végétative**.

a) *La dioecie*. — Cette dioecie des Peupliers entraîne une facile production d'**hybrides**, et, cette formation d'hybrides est d'autant plus fréquente que les Peupliers sont le plus souvent plantés et que l'on trouve côte à côte des formes diverses.

b) *La multiplication*. — Pour propager les arbres on a normalement recours aux graines; les choses se passent ainsi pour les Peupliers dans la nature.

Par contre, les Peupliers cultivés sont multipliés uniquement par **boutures** : on met simplement en terre des fragments de rameaux.

La **dioecie** et le **bouturage** sont deux faits fondamentaux pour la compréhension des divisions au sein des Peupliers.

Avec des arbres forestiers issus de semences on a affaire à un ensemble d'individus, pouvant avoir chacun ses propriétés, que l'on appelle une population. Ce n'est pas la même chose avec les Peupliers, qui, de même sexe, dérivent du bouturage indéfini d'un seul pied; il n'y a pas plus de différence entre deux branches du même arbre qu'entre deux arbres; il s'agit en quelque sorte de fragments rendus indépendants d'un même individu.

Les caractères sur lesquels on s'appuie pour la détermination des Peupliers, et que nous utiliserons pour les Peupliers du sous-genre *Aigeiros* ou Peupliers noirs dont nous avons utilisé les 4 cultivars (P. 'virginiana', 'serotina de Champagne', 'robusta', 'I 214'), sont :

a) le **sexe**;

b) la **feuillaison** ou **débourrage**;

c) le **port**;

- d) l'écorce et le rhytidome;
- e) les rameaux et les feuilles.

3^o ÉTUDE SUCCINCTE DES PEUPLIERS SOUMIS A L'EXPÉRIMENTATION

1^o *Populus deltoides* Marsh. cv. ' virginiana '.

a) Généralités.

Populus deltoides Marsh. constitue aux U. S. A. une espèce collective à aire très étendue, à l'intérieur de laquelle on trouve de nombreuses formes. Au XVII^e siècle et au XVIII^e siècle certaines de ces formes ont été importées en France au moyen de boutures prélevées dans le Nord et le Sud de leur aire de développement; elles ont été multipliées et se sont conservées jusqu'à ce jour dans nos cultures.

Trois cultivars ont à l'heure actuelle une importance économique certaine en France :

- *Populus deltoides* cv. ' carolin ';
- *Populus deltoides* cv. ' angulata ';
- *Populus deltoides* cv. ' virginiana '.

C'est ce dernier qui a été soumis à l'expérimentation.

b) Sexe.

Femelle. — Les fleurs sont groupées en longs chatons; elles évoluent en capsules s'ouvrant par des valves laissant échapper de petites graines entourées de poils souples et fins; ces poils proviennent du développement des cellules du tégument externe de l'ovule (on retrouve cela en plus développé chez le cotonnier). Dans le langage courant on dit que ces chatons donnent du « coton ». Ce coton produit par ces Peupliers peut être nocif pour les animaux pâturant à proximité (fig. 1 à 4).

c) Feuillaison.

Les bourgeons de *Populus deltoides* cv. ' virginiana ' s'ouvrent vers le 15 avril (tout au moins en ce qui concerne les plantations



①



②



③



④

(Clichés Institut du Tabac de Bergerac.)

FIG. 1 à 4. — Différents stades d'évolution de chatons femelles sur *Populus deltoides* Marsh. cv. 'virginiana'.

- 1 : Réceptivité des stigmates;
- 2 : Début du développement;
- 3 : Maturité;
- 4 : Émission du coton.

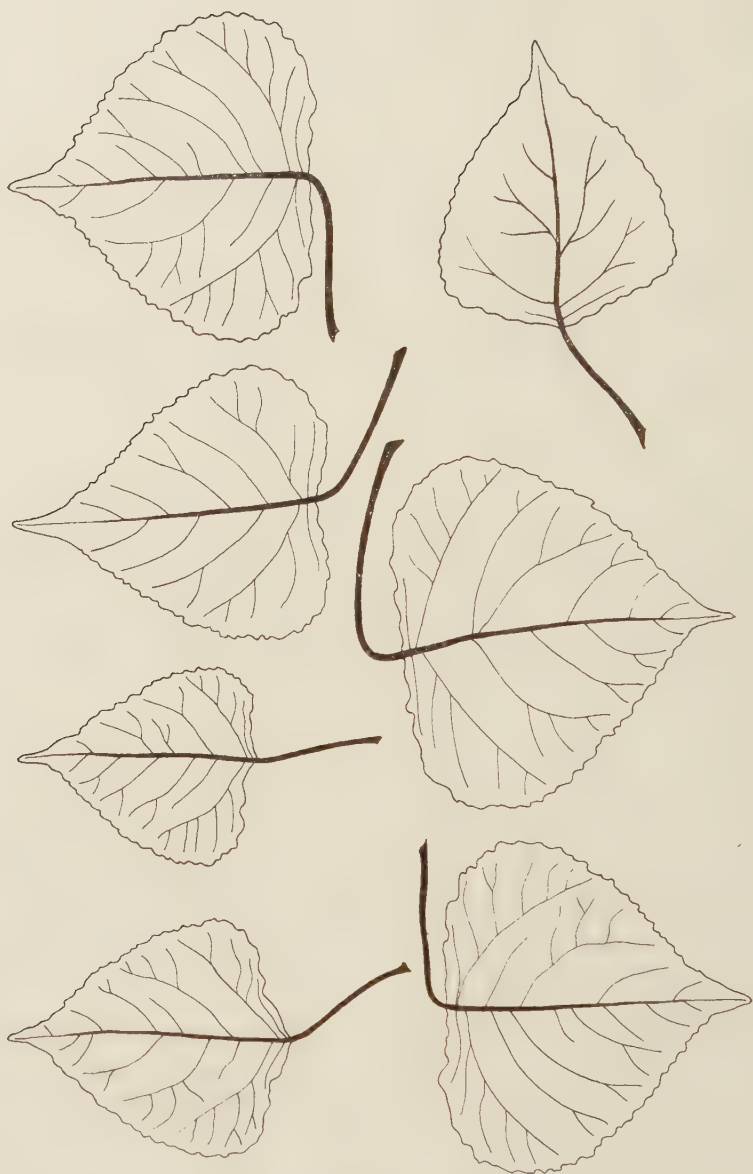


FIG. 5. — Principales formes de feuilles de *Populus deltoides* Marsh. cv. 'virginiana'.

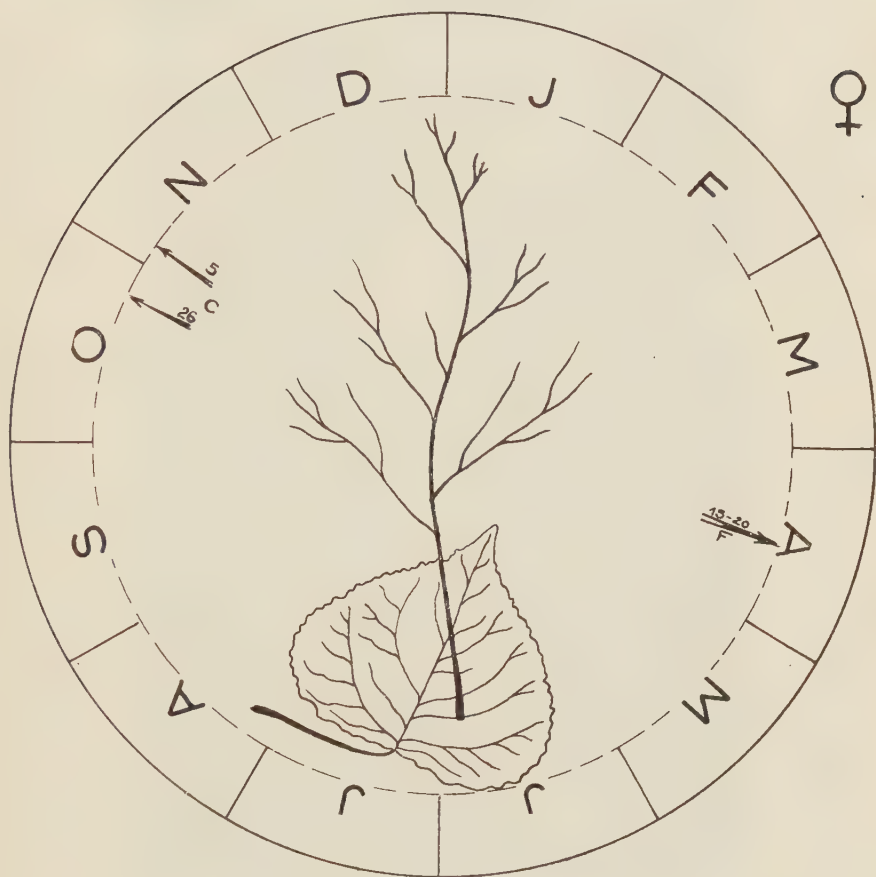


FIG. 6. — *Populus deltoides* Marsh. cv. ' virginiana '.

Ce cultivar se rencontre dans toutes les régions de la France, mais tout spécialement dans le Nord-Est et l'Ouest, ainsi que dans le Sud-Ouest. Il est plastique pour le sol et pour le climat. Il donne d'excellents résultats sur les alluvions de vallées et reprend assez bien sur des terrains peu profonds et tolère une proportion assez importante d'argile. Il est particulièrement résistant aux gelées.

Il donne un excellent bois pour le déroulage, mais assez mauvais pour le sciage.

— Chez *Populus deltoides* cv. ' virginiana ' les rameaux ont une section à peu près cylindrique. Les feuilles présentent l'aspect indiqué sur les schémas ci-joints (fig. 5).

g) *Aire de répartition géographique en France.*

Populus deltoides cv. ' virginiana ' se rencontre dans toutes les régions de France, mais surtout dans la région parisienne, la vallée de la Marne et de la Loire; il est assez fréquent dans le Sud-Ouest.

h) *Schéma résumé* (fig. 6).

* * *

2° *Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier cv. ' robusta '.

a) *Généralités.*

L'espèce conventionnelle *Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier groupe tous les hybrides qui sont parfois cultivés depuis 150 ans et dont l'origine n'est pas toujours parfaitement connue.

Le nombre des Peupliers euraméricains est pratiquement illimité et les types qui ont été propagés varient d'une région à l'autre. Certains de ces types sont assez strictement localisés, mais, un certain nombre d'entre eux, ayant de réelles qualités et ayant bénéficié d'une propagande commerciale, sont plus largement répandus : c'est le cas du *Populus* × *euramericana* cv. ' robusta ' ainsi que celui des deux autres Peupliers euraméricains (' I 214 ' et ' serotina de Champagne ') que nous étudierons par la suite.

b) *Sexe.*

Mâle. — Il est apparu dans une pépinière de Metz, et est supposé hybride de *P. nigra* cv. ' plantierensis ' (mâle) et *P. deltoides* cv. ' angulata ' (femelle) d'après C. K. Schneider (fig. 7).

c) *Feuillaison.*

La feuillaison est précoce; elle a lieu vers le 10 avril — parfois même un peu avant — mais nous pouvons faire pour cet arbre, comme pour tous les autres, des réserves suivant les conditions



(Cliché Chardenon.)

FIG. 7. — Chaton mâle au moment de l'émission du pollen.

climatiques. Les feuilles sont bronzées, puis très rapidement vert foncé.

d) *Port.*

Populus × *euramericana* cv. 'robusta' a un port tout à fait caractéristique : son tronc est d'une **rectitude parfaite**, sa **cime**

est étroite, **dense** et composée de **branches** érigées disposées en **verticilles** très **réguliers**, avec tendance à partir en groupe du même niveau.

Ce port régulier a contribué largement à la propagation de ce cultivar qui représente, dans la plupart des régions, 70 à 80 p. 100 des plantations de moins de 25 ans.

e) *Écorce et rhytidome.*

L'écorce est de couleur assez claire, et le rhytidome, précoce, est régulièrement fissuré.

Notons que l'exposition joue un rôle non négligeable en ce qui concerne la rugosité de l'écorce, et certains arbres de ce type nous ont paru plus lisses sur la face exposée au sud.

f) *Rameaux et feuilles.*

Les jeunes rameaux ont une section fortement anguleuse et les feuilles adultes sont d'un vert foncé. Ces feuilles présentent l'aspect indiqué sur les schémas ci-joints (fig. 8).

g) *Aire de répartition géographique en France.*

Ce cultivar est répandu dans toute la France.

Son port régulier, sa vigueur, sa rapidité de croissance et sa reprise rapide ont contribué à sa vaste extension.

h) *Schéma résumé* (fig. 9).

* * *

3^o *Populus × euramericana* (Dode) Guinier, cv. 'serotina de Champagne'.

a) *Généralités.*

Le 'serotina' est le cultivar de peuplier euraméricain le plus anciennement connu — depuis le XVIII^e siècle — le nom de **serotina** fait allusion à la particularité de la foliaison qui est très tardive (sero : tard).



FIG. 8. — Formes des feuilles de *Populus* $\times$ *euramericana* (Dode) Guinier cv. 'robusta'.



FIG. 9. — *Populus × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'robusta'.

Ce cultivar représente 70 à 80 p. 100 des plantations de moins de vingt-cinq ans. Il est répandu dans toute la France où il réussit dans des régions fort diverses. Malgré son apparente plasticité, il est très exigeant. C'est dans les terrains riches, frais, légers et bien drainés, à la limite côté sec des conditions culturales du Peuplier noir qu'il est le mieux à sa place. Il gélive facilement dans les terrains peu fertiles.

Son bois est surtout utilisé pour le sciage et le déroulage. Il est à remarquer que le bois est pelucheux ou chanvreux dans les stations où la pousse est rapide (terrains fertiles...) et dans les sols très humides. Son bois est par contre plus satisfaisant sur les pentes ou dans les stations un peu sèches, où sa croissance est plus lente et plus régulière.

b) *Sexe.*

Mâle. — Le ' serotina de Champagne ' est un clone ayant des caractères généraux analogues, issu d'une mutation gemmaire d'un hybride. Son origine n'est pas connue avec certitude.

c) *Feuillaison.*

Elle se produit vers la fin du mois d'avril.

d) *Port.*

Le tronc est assez étroit, relativement droit. Les branches sont fortes, faiblement verticillées, semi érigées et bien dégagées par la **décurtation**.

La décurtation « est la chute au bout de quelques années de la plupart des rameaux secondaires qui, à l'automne, se détachent à leur insertion en entraînant les feuilles encore vertes » (Ph. Guinier).

La cime est un peu en « pomme d'arrosoir ».

e) *Écorce et rhytidome.*

La couleur **claire** de leur **écorce** leur a valu l'épithète de « blanc »; cette écorce est lisse et l'on y remarque quelques cernes foncés horizontaux à peine renflés. Le rhytidome est tardif et présente des côtes plates de couleur presque blanche.

f) *Rameaux et feuilles.*

La section des rameaux est quasi-cylindrique. Les feuilles correspondent aux schémas ci-joints (fig. 10).

g) *Aire de répartition géographique en France.*

Ce cultivar de Peuplier est répandu dans une partie de la haute vallée de la Seine. C'est un des Peupliers les plus intéressants à propager tant pour l'alignement que pour des plantations sous certaines conditions.

h) *Schéma résumé (fig. 11).*

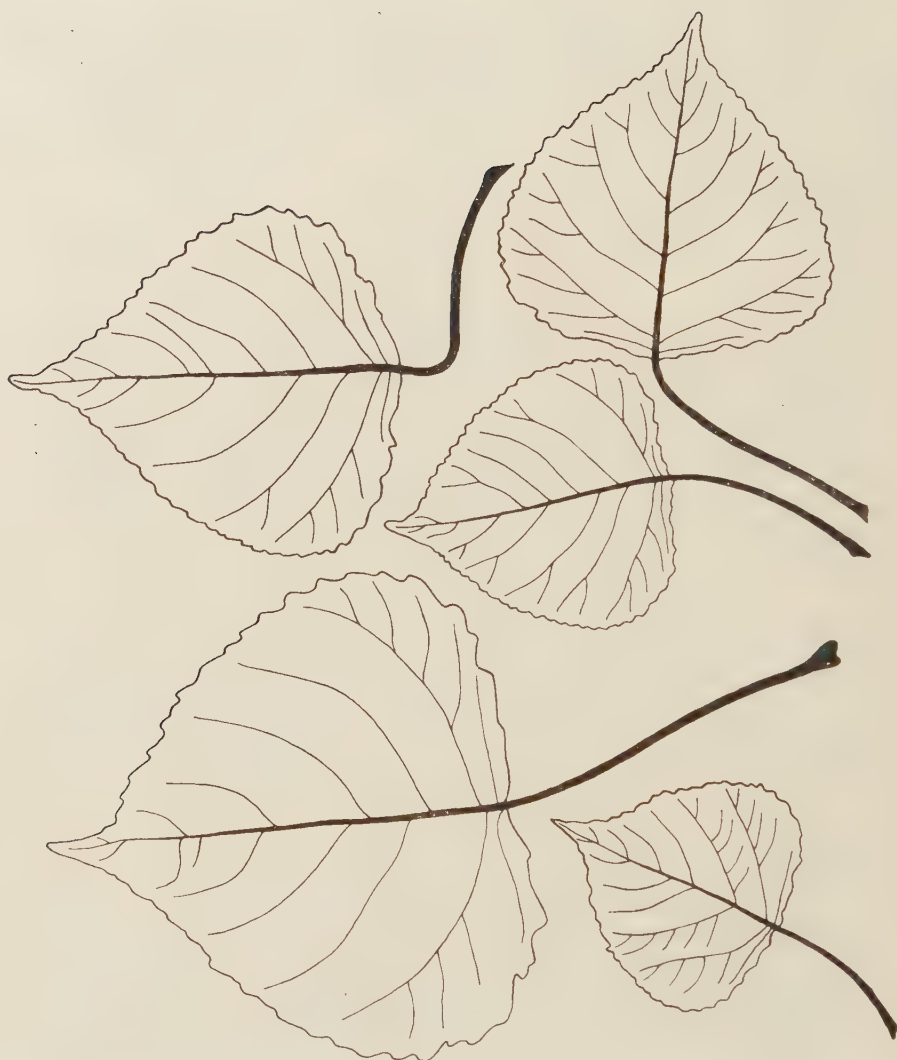


FIG. 10. — Principales formes de feuilles de *Populus* $\times$ *euramericana* (Dode)
Guinier cv. 'serotina de Champagne'.

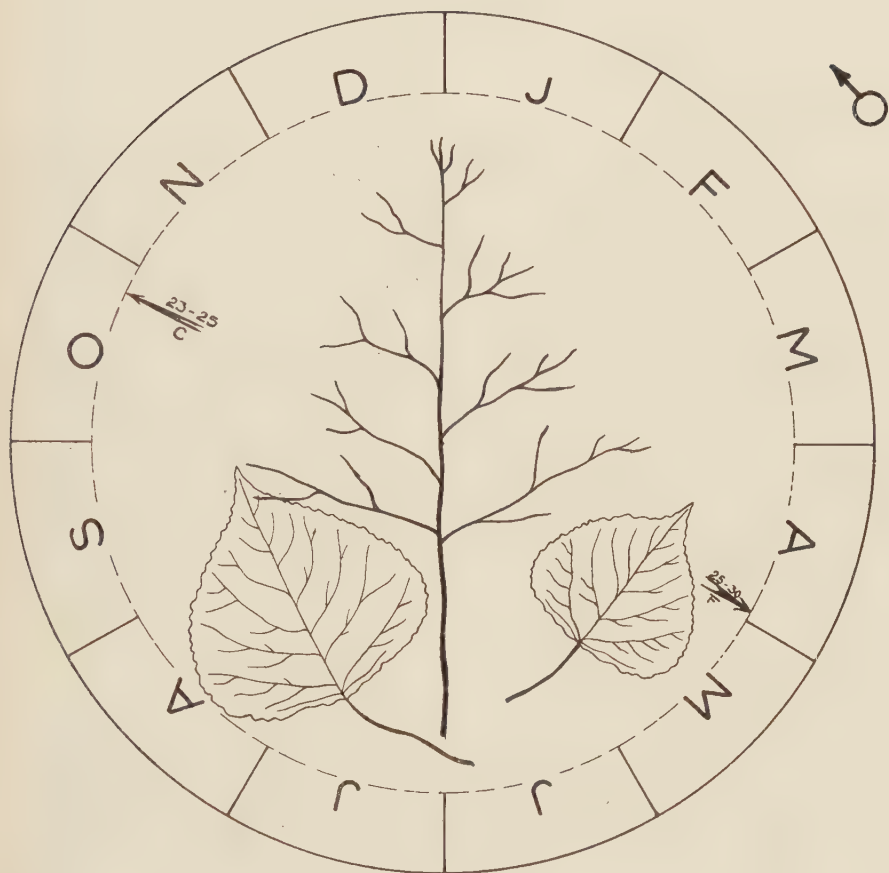


FIG. 11. — *Populus* $\times$ *euramericana* (Dode) Guinier cv. 'serotina de Champagne'.

Ce cultivar est important dans l'Aube et les départements limitrophes. Il est répandu en divers points de la vallée de la Seine (région de Romilly), et il y réussit bien. En règle générale, on le plante en dehors de sa région d'origine dans les terrains bien drainés, mais sa reprise en terrains un peu secs laisse parfois à désirer. C'est un arbre plastique mais qui doit être réservé pour les climats pas trop chauds. Il a une bonne résistance aux gelées d'hiver.

Il fournit un très bon bois de déroulage et sa croissance est rapide.

* * *

4^o *Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier cv. ' I 214 Casale '.

a) *Généralités.*

A l'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura à Casale Monferrato — Italie —, le Pr Piccarolo et ses collaborateurs ont isolé plusieurs centaines d'hybrides à partir de parents divers; ces hybrides ont été mis en culture et leur comportement suivi.

Chacun de ces hybrides est affecté d'un numéro précédé de la lettre I (Italie).

Parmi ces hybrides, un certain nombre ont montré des qualités remarquables et c'est surtout le ' I 214 ' qui a retenu l'attention.

L'extension de cet hybride a été rapide au cours des dernières années tant en Italie que dans les pays voisins, et les producteurs manifestent un intérêt sans cesse croissant vis-à-vis de cet arbre.

Comme le ' I 214 ' est assez peu connu à l'heure actuelle, nous donnerons des renseignements plus détaillés que pour les autres cultivars.

b) *Sexe.* — **Femelle.**

c) *Feuillaison.*

Elle est très précoce et se produit tout au début du mois d'avril. La chute des feuilles est, par contre, très tardive et il n'est pas rare dans les stations méridionales de voir encore des feuilles sur les arbres de ce type au mois de décembre.

Compte tenu de la grande importance des facteurs météorologiques, ce cultivar ne feuillera pas en même temps dans le nord de l'Italie et le nord de la France.

Cette très longue période végétative du ' I 214 ', explique dans une certaine mesure la croissance remarquable de cet arbre. Il a un ou deux mois de plus de végétation que d'autres cultivars.

d) *Le port.*

Le port est relativement évasé; le tronc est légèrement sinueux avec une tendance à se bifurquer (fig. 12).

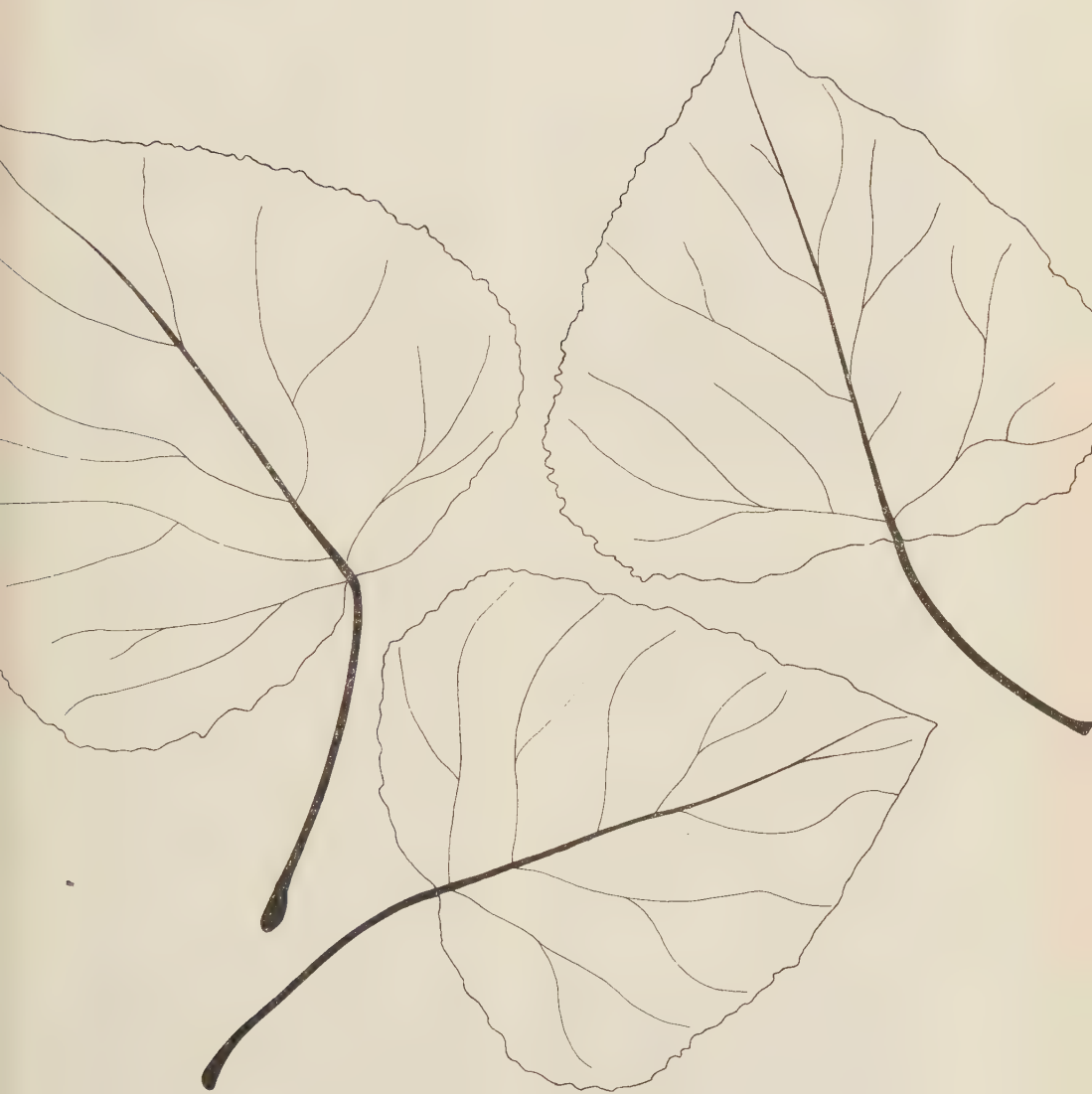


FIG. 13. — Principales formes des feuilles de *Populus x euramericana* (Dode)
Guinier cv. '1214'.

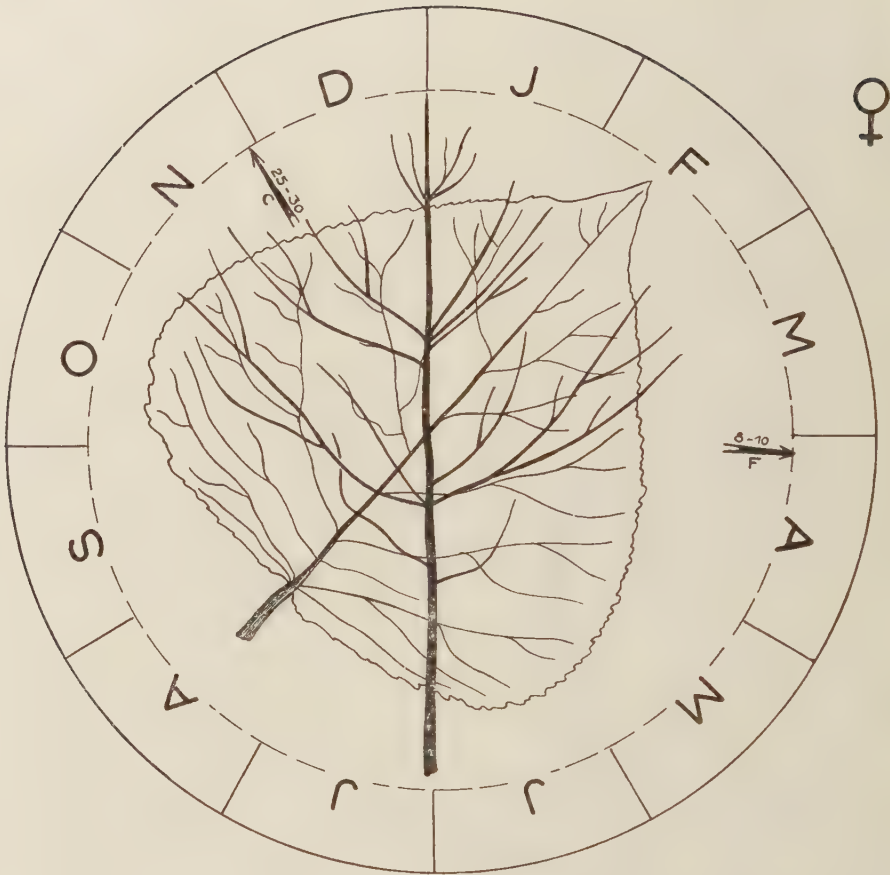


FIG. 14. — *Populus × euramericana* (Dode) Guinier cv. ' I 214 '.

Le ' I 214 ' n'est cultivé en France que depuis moins de dix ans. Il semble remarquablement tolérant sur la nature du sol. C'est le cultivar qui (au moins pendant les premières années) donne les meilleurs résultats, aussi bien dans les terrains presque tourbeux que dans les sols sableux un peu secs.

D'après les technologues italiens, le ' I 214 ' fournit un excellent bois pour le déroulage. Il n'est pas sûr qu'il en soit de même dans nos conditions de culture, en particulier si on l'abat après vingt-cinq ans (les Italiens exploitent très jeune).



①



②



③



④

(Clichés de l'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura à Casale Monferrato.)

FIG. 12. — *Populus × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'I 214'.

1 : arbres de 10 ans plantés à $3,5 \times 10$ mètres.

2, 3 et 4 : arbres de 4 ans.

Le port du 'I 214' s'observe nettement sur les clichés 3 et 4.

e) *Écorce et rhytidome.*

L'écorce est lisse, pourvue de lenticelles quadrangulaires bien visibles.

Le rhytidome est tardif.

f) *Feuilles.*

Le limbe est deltoïde avec une pointe brièvement acuminée et une base droite ou légèrement arrondie.

La couleur des feuilles à leur apparition est rougeâtre, et celle des feuilles adultes d'un vert franc.

Les glandes sont en nombre variable et assez développées. La nervure principale est glabre, verte ou rougeâtre. Le pétiole est aplati, rougeâtre, glabre, et sa longueur est d'environ les $3/4$ de celle du limbe (fig. 13).

Les bourgeons sont courts, acuminés, glabres.

g) *Fleurs.*

Les bourgeons à fleurs sont allongés, divergents du rameau.

On trouve deux stigmates chez les fleurs femelles.

h) *Fruits.*

Ce sont des capsules allongées, légèrement incurvées, acuminées, bivalves.

La longueur du pédoncule est environ la moitié de celle de la capsule.

i) *Aire de répartition géographique.*

Vu ses nombreuses qualités, le ' I 214 ' a pris au cours des dernières années un développement rapide et une extension des plus larges. Nous l'avons observé en Italie, Allemagne, Espagne, France.

j) *Schéma résumé (fig. 14).*

Chapitre II

ANATOMIE DES *POPULUS*

1^o ÉTUDE MICROSCOPIQUE

Le bois des Peupliers est de coloration blanche, légèrement plus foncée au cœur; il est généralement mou et poreux et présente des couches annuelles larges peu apparentes et peu différenciées. L'étude de la structure peut se faire sur des coupes fines bien orientées, pratiquées soit dans des rameaux, soit dans des troncs plus ou moins âgés. Elles sont réalisées dans des plans transversaux, longitudinaux, radiaux et longitudinaux tangentiels. La méthode classique de la double coloration (carmin aluné, vert d'iode) a été utilisée.

A. — Coupes transversales.

1^o *Le bois*. — Il n'y a guère de différence de calibre entre les vaisseaux; le bois de Peuplier est un bois homogène dans lequel on ne peut distinguer facilement les éléments d'automne et les éléments de printemps comme c'est le cas chez bien des Dicotylédones. Les vaisseaux sont entourés de cellules de parenchyme et de nombreuses fibres lignifiées, ou fibres libriformes. Ce bois est parcouru par de nombreux rayons ligneux unisériés, constitués par des files de cellules très allongées dans le sens radial (fig. 15).

2^o *Le liber*. — A proximité de l'assise génératrice, le liber est constitué de cellules à contour net, régulièrement disposées en files: ces cellules appartiennent au liber formé le dernier, et, plus l'on s'éloigne de l'assise génératrice, plus le liber rencontré est anciennement formé et les cellules ont alors une disposition assez irrégulière. Notons la présence dans ce liber de plages constituées d'éléments aux parois épaissies. Ces éléments correspondent aux fibres libériennes sectionnées transversalement (done alternance de « liber

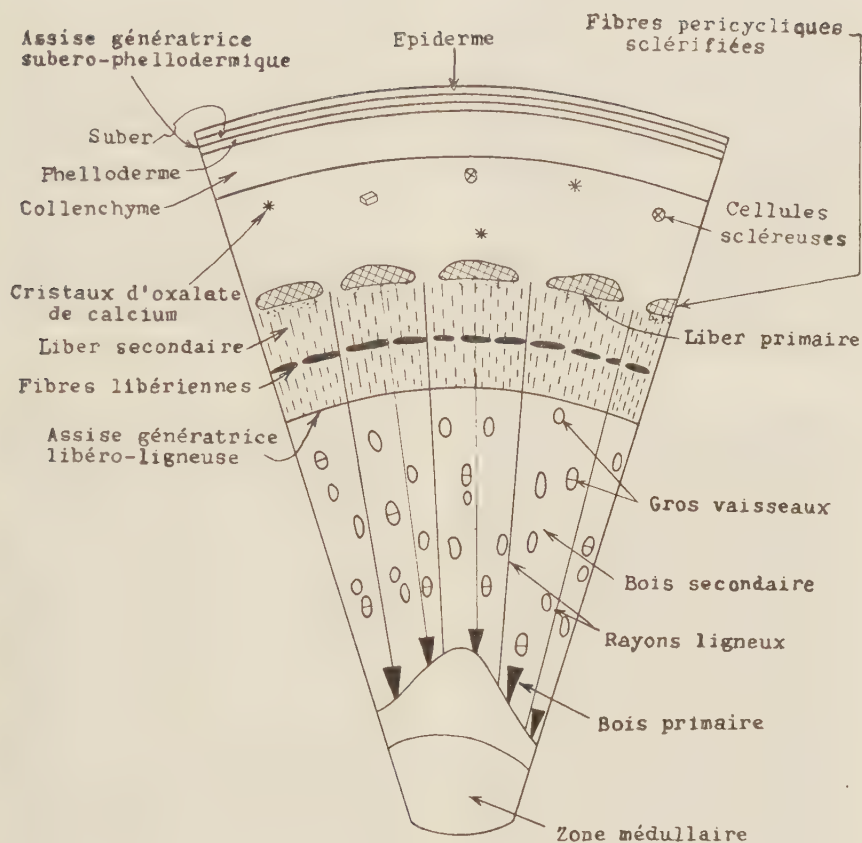


FIG. 15. — Schéma d'une coupe pratiquée dans un rameau jeune de *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. 'robusta'.

dur » et de « liber mou »). Les rayons médullaires se prolongent dans le liber, mais les membranes des cellules les constituant ne sont plus lignifiées dans cette partie-là.

3° *La zone corticale.* — A la limite du liber se trouvent les fibres péricycliques fortement sclérifiées, groupées en îlots. On note également à ce niveau des cellules scléreuses (= cellules pierreuses) qui se différencient bien des fibres péricycliques dans une coupe longitudinale. Le parenchyme cortical est assez réduit et la zone la plus externe de ce parenchyme est fortement collenchymateuse avec des cellules à parois épaissies. Tout près de l'épiderme se situe l'assise génératrice subéro-phellodermique et deux remarques sont à faire au sujet de cette assise :

— tout d'abord sa situation; elle se trouve très à l'extérieur et a pris naissance aux dépens de l'assise sous-épidermique;

— de plus son fonctionnement est assez particulier; elle fonctionne unilatéralement (ou peu s'en faut); on observe en effet la formation de plusieurs couches de cellules subérifiées à l'extérieur, alors qu'à l'intérieur on note tout au plus la présence d'une couche de cellules qui correspondent au phelloderme.

Ceci se retrouve chez d'autres végétaux ligneux, le Hêtre par exemple.

La partie la plus externe est constituée par l'épiderme.
(Fig. 16.)

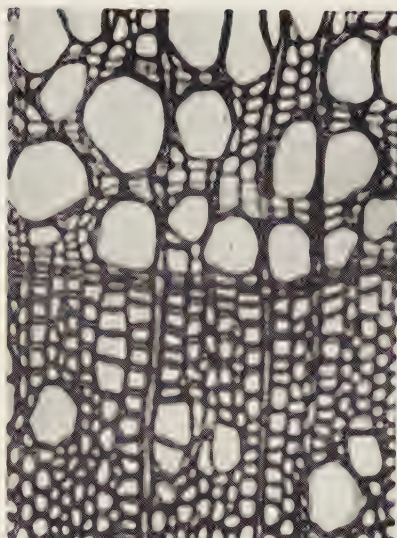
B. — Coupes longitudinales radiales.

Elles se caractérisent parfaitement grâce aux rayons médullaires dont les cellules allongées dans le sens radial sont disposées en bandes perpendiculaires aux autres éléments (et ceci aussi bien dans le bois que dans le liber, mais avec une constitution différente suivant la zone considérée).

1° *Le bois.* — L'aspect homogène du bois de Peuplier se retrouve sur une telle coupe où l'on voit bien les gros vaisseaux relativement égaux et assez régulièrement épars. Il est ici possible de faire la distinction entre cellules de parenchyme et fibres libriformes, et l'on voit que les dernières nommées ont une place très importante dans la constitution du bois.



①



②



③



④

(Clichés Centre Technique du Bois, Paris.)

FIG. 16. — Anatomie du bois de *Populus* $\times$ *euramericana* (Dode) Guinier cv. 'robusta'.

- | | | |
|-----|----------------------------------|------------------|
| 1 : | Coupe longitudinale tangentielle | ($\times$ 100); |
| 2 : | Coupe transversale | ($\times$ 100); |
| 3 : | Coupe longitudinale radiale | ($\times$ 250); |
| 4 : | Coupe longitudinale radiale | ($\times$ 50). |

Les rayons ligneux sont constitués par des cellules à parois épaissies perforées par une multitude de ponctuations simples; vues dans ce plan, elles montrent un contour rectangulaire régulier, l'allongement étant dans le sens radial. Ces rayons ligneux constituent, au milieu des autres éléments du bois, un tissu ne possédant qu'une seule épaisseur de cellules (comme l'on peut parfaitement s'en rendre compte dans le plan tangentiel).

2° *Le liber.* — Le tissu libérien proprement dit, cellulosique, est traversé par de nombreuses fibres libériennes; on rencontre dans ce tissu de nombreuses files de cellules remplies de cristaux en oursin d'oxalate de calcium. Les fibres libériennes, très allongées, à cavité fortement réduite, sont le plus souvent groupées en paquets. Tout autour de chaque paquet de fibres libériennes (de part et d'autre en coupe longitudinale), on observe la présence d'une couche de cellules renfermant des parallépipèdes d'oxalate de calcium. Ce contenu cristallin est enclavé dans un épaississement en U de la paroi de chacune des cellules de cette couche, l'épaississement étant situé sur la face des cellules juxtaposées aux fibres libériennes. Dans un tel plan de coupe, les cribles sont vus obliquement; les cribles sont du type composé (constitués par 4 à 8 cribles élémentaires réunis par une même cloison et séparés par des sortes de nervures).

3° *La zone corticale.* — Une telle coupe permet de différencier les fibres péricycliques, allongées, des cellules scléreuses, et l'on retrouve les zones collenchymateuses et subéro-phellodermiques vues en coupe transversale.

C. — Coupes longitudinales tangentielles.

Deux aspects sont à envisager suivant que la coupe a été pratiquée au niveau du bois ou du liber.

1° *Dans le bois.* — Les vaisseaux sont représentés par des travées sur les bords desquelles on voit des fragments de parois; parfois, il arrive que l'on aperçoive nettement les parois des vaisseaux portant de très nombreuses ponctuations aréolées.

Les fibres libriformes terminées en pointe se voient bien dans un tel plan de coupe.

Les rayons ligneux se présentent sous forme de lentilles allongées constituées par une seule assise de cellules; 5 à 25 cellules peuvent se rencontrer dans la hauteur de ces rayons, et, elles montrent bien, dans ce plan également, de très nombreuses perforations.

2° *Dans le liber.* — Des aspects différents seront visibles suivant que la coupe passe au niveau du parenchyme libérien ou au niveau des fibres libériennes.

Si la coupe passe dans le parenchyme libérien, les tubes criblés se montrent constitués par des éléments allongés présentant de place en place des cribles vus de profil. De nombreuses ponctuations sont visibles sur les parois de ces tubes.

Si la coupe passe par un îlot de fibres libériennes, on retrouve l'aspect allongé de ces fibres avec leurs terminaisons en pointe et leur bordure de cellules ayant un épaississement en U renfermant un élément minéral.

2° ESSAI DE DIFFÉRENCIATION BIOMÉTRIQUE DES BOIS DES 4 CULTIVARS SOUMIS A L'EXPÉRIMENTATION

Nous avons vu que dans les coupes transversales pratiquées dans le bois de divers cultivars, existent comme éléments caractéristiques :

- les gros vaisseaux;
- les fibres ligneuses (ou libriformes);
- les rayons ligneux unisériés.

Nous basant sur de multiples mensurations de ces principaux éléments, nous avons cherché à différencier, du point de vue microscopique et biométrique, les bois des 4 cultivars de Peupliers soumis à l'expérimentation.

1° Pour les gros vaisseaux, on mesure les deux dimensions L et l de leur lumière ainsi que leur densité au millimètre carré (ce qui est peut-être pour la différenciation le critère le plus intéressant).

2° Pour les fibres libriformes, on estime les deux dimensions L et l de leur lumière.

3° Pour les rayons ligneux, on prend la largeur moyenne des cellules de ces rayons vus en coupe transversale.

Sans conclure qu'il est possible de déterminer avec certitude un cultivar de Peuplier en s'appuyant uniquement sur les données d'un examen microscopique, ces dernières sont néanmoins à ne pas négliger.

	' ROBUSTA '	' SEROTINA '	' VIRGI- NIANA '	' I 214 '
<i>Gros vaisseaux :</i>				
L (exprimée en μ)	57,4	49,4	57,9	56,0
l (exprimée en μ)	45,6	40,0	42,6	45,9
Densité au mm ²	84,0	71,3	58,5	52,6
<i>Fibres libriformes :</i>				
L (exprimée en μ)	16,0	15,6	15,0	14,1
l (exprimée en μ)	12,5	11,7	11,3	10,9
<i>Rayons ligneux :</i>				
Largeur moyenne des cellules vues en coupe transversale	5,94	4,68	4,194	5,04

SECONDE PARTIE

LES PARASITES ÉTUDIÉS ET L'EXPÉRIMENTATION MISE EN ŒUVRE

Chapitre Premier

LES PARASITES ÉTUDIÉS

Chapitre II

L'EXPÉRIMENTATION MISE EN ŒUVRE AU LABORATOIRE

1. MILIEUX DE CULTURE UTILISÉS.
2. TECHNIQUES DE PRÉLÈVEMENT, D'ISOLEMENT, DE REPIQUAGE.

Chapitre III

L'EXPÉRIMENTATION SUR LE TERRAIN

1. GÉNÉRALITÉS.
 2. LES BUTS RECHERCHÉS.
 3. LES TERRAINS EXPÉRIMENTAUX.
 4. LES TECHNIQUES ET LES MÉTHODES UTILISÉES :
 - 1) les inoculations.
 - 2) les observations.
 - 3) les notations.
 - 4) la transcription et l'interprétation des résultats.
 - 5) les observations sur le terrain concernant les infections naturelles.
-

Chapitre PREMIER

LES PARASITES ÉTUDIÉS

Comme nous l'avons indiqué dans la partie « limitation du sujet », il n'est pas dans notre esprit de faire une étude de l'ensemble des maladies cryptogamiques des Peupliers.

Cependant, nous donnerons une liste rapide des principaux parasites d'origine cryptogamique rencontrés au cours des isolements et observations sur feuilles, troncs et rameaux.

A) ASCOMYCÈTES

1° Taphrinacées.

- *Taphrina aurea* (Pers.) Fr.

2° Érysiphacées.

- *Uncinula salicis* (DC.) Wint.

3° Hypocréales.

- *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr.
- *Nectria coccinea* var. *sanguinella* Wr.

4° Mycosphaerellacées.

- *Mycosphaerella maculiformis* (Pers.) Schroet.
- *Mycosphaerella populicola* Thomps.

5° Pleosporacées.

- *Pollacia elegans* Serv., forme conidienne de *Venturia populina* (Vuill.) Fabr.
- *Pollacia radiosa* (Lib.) Bald. et Cif., forme conidienne de *Venturia tremulae* Aderh.

6° Phacidiacées.

- *Marsonina piriformis* (Rich.) Sacc., forme conidienne de *Trochila populorum* Desm.

B) BASIDIOMYCÈTES

1^o Hydnacées.

- *Hydnum coralloides* Fr.

2^o Polyporacées.

- *Polyporus sulfureus* (Bull.) Fr.
- *Polyporus squamosus* (Huds.) Pat.
- *Ungulina fomentaria* (L.) Pat.
- *Ungulina inzenge* de Not.
- *Phellinus igniarius* (L.) Pat.
- *Ganoderma applanatum* (Pers.) Cat.

3^o Urédinales.

- *Melampsora Rostrupii* Wagner.
- *Melampsora larici-populina* Kleb.
- *Melampsora allii-populina* Kleb.
- *Melampsora Magnusiana* Wagner.

C) ADÉLOMYCÈTES

1^o Sphaerioidacées.

- *Cytospora nivea* Fck.
- *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.
- *Septoria populicola* Peck.

2^o Excipulacées.

- *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

3^o Dématiées.

- *Alternaria tenuis* Nees.

4^o Tuberculariacées.

- *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.

Cette liste n'a rien de limitatif et nous n'avons mentionné que les principaux parasites rencontrés.

Notre étude sera tout spécialement consacrée à 3 parasites :

- 1^o *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.
- 2^o *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.
- 3^o *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.

Chapitre II

L'EXPÉRIMENTATION MISE EN ŒUVRE AU LABORATOIRE

1^o MILIEUX DE CULTURE UTILISÉS

Pour étudier le développement des différents champignons isolés, les milieux de culture suivants ont été utilisés :

1^o Un milieu **minéral** additionné de **sucres** et répondant à la composition suivante :

Eau	1 000	g
Glucose.	20	g
Nitrate de sodium.	2	g
Phosphate bipotassique	1	g
Sulfate de magnésium	0,5	g
Chlorure de potassium.	0,5	g
Sulfate ferreux	0,001	g
Gélose	20	g

Ce milieu répond au Czapeck classique.

2^o Un milieu essentiellement **organique** à base de peptone et de glucose :

Eau	1 000	g
Glucose massé	15	g
Peptone	15	g
Gélose	20	g

Ce milieu correspond au Sabouraud au demi.

3^o Pour le repiquage des *Fusarium*, nous avons utilisé le **milieu de Dodge** répondant à la composition suivante :

Eau	3 litres
Grains de maïs broyés	125 g

Ce mélange a été mis à l'étuve à 58° pendant une nuit; le tout était filtré et ramené à 3 litres; un apport de 20 grammes par litre de gélose en fibres était ensuite réalisé.

A ces milieux de culture relativement classiques, il a été,

par contre, souvent substitué des préparations plus particulières : milieux gélosés à base de carotte, orge, blé, cerises; milieux naturels comprenant des tissus végétaux : bois de Peuplier, sciure de bois de Peuplier, carotte.

4^o Milieu gélosé à base de carotte.

200 grammes de carottes sont coupées et mises à cuire dans 1 litre d'eau. On laisse refroidir. On presse ensuite les carottes dans un linge et on recueille le jus obtenu que l'on ajoute à l'eau de cuisson. On ramène à 1 litre. On fait chauffer le jus ainsi obtenu et l'on y ajoute 20 grammes de maltose — ou de glucose ou de saccharose — et 20 grammes de gélose en fibres.

5^o Milieu gélosé à base d'orge.

20 grammes d'orge sont mis dans 1 litre d'eau; on chauffe à feu doux pendant quelques minutes puis on porte un court instant à l'ébullition.

On filtre et on ramène à 1 litre d'eau.

On ajoute 20 grammes de gélose pour la solidification ultérieure du milieu.

La stérilisation est effectuée à 100-125° C pendant cinq minutes; l'opération est répétée deux fois. (Il faut bien faire attention de ne pas stériliser trop longtemps à trop haute température.)

Dans certains cas, nous n'avons pas filtré et laissé les grains d'orge dans le milieu; nous avons ainsi obtenu d'excellents résultats en ce qui concerne la production de pycnides de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard et de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. en culture pure.

Nous avons préparé des milieux identiques en remplaçant les grains d'orge par des grains de blé ou d'avoine; nous avons obtenu de bons résultats, mais inférieurs à ce qui a été réalisé avec l'orge.

6^o Milieu gélosé à base de cerises.

On prend 200 grammes de cerises sèches que l'on met à bouillir dans 1 litre d'eau pendant une heure.

On filtre et l'on ramène à 1 litre.

On ajoute 50 grammes — ou 30 grammes — de gélose par litre, gélose en fibres.

On fait bouillir le tout pendant une heure dans un Erlenmeyer, on laisse refroidir et solidifier. Cette opération est répétée deux fois de suite.

On coule ensuite ce milieu au niveau d'une flamme dans des tubes et des Erlenmeyer que l'on a stérilisés au préalable, avec leurs cotons. La stérilisation des récipients a été faite à 150° pendant une heure (stérilisation au four Pasteur).

7° De bons résultats ont été obtenus pour le développement des mycélia et la formation de pycnides de *Dothichiza* et de *Cytospora*, à l'aide de la combinaison suivante :

Dans le fond d'un Erlenmeyer, on dispose de petits cubes de bois de Peuplier (bois et écorce); on saupoudre le tout avec de la sciure de bois de Peuplier; on coule sur le tout du milieu gélosé à base d'orge ou de carotte, et l'on fiche sur ce substrat de petites branchettes de Peuplier fendues dans le sens longitudinal.

L'ensemble est stérilisé trois fois à 110° pendant une dizaine de minutes (fig. 17).

Le début de développement du champignon se fait bien sur le fond de l'Erlenmeyer, puis le mycélium prolifère sur la branchette,

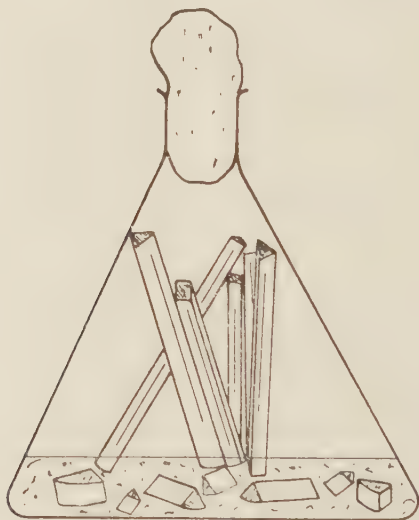


FIG. 17. — Culture sur milieu nutritif + sciure de bois + éclats de bois de Peuplier + branchettes de Peuplier fichées dans le milieu gélosé.

et c'est le plus souvent sur cette dernière qu'apparaissent les éléments de fructification.

8° Pour les **repiquages en tubes** nous avons fréquemment utilisé des **fragments de carotte**, et des **branchettes de peuplier** fendues longitudinalement, tout ceci en tube étranglé.

9° Dans les ensemencements primaires en boîte de Pétri, à la suite des prélèvements pratiqués sur bois malade, nous avons été fort souvent gênés par un développement abondant de bactéries saprophytes.

Pour remédier à cet inconvénient, nous avons ajouté à ces milieux une faible dose d'antibiotiques. Nous avons utilisé une technique qui se rapproche de celle mise au point pour tester l'effet fongicide de certains anticryptogamiques (1).

Nous avons coulé dans les tubes renfermant les milieux nutritifs 19 centimètres cubes de ces milieux. Nous avons, dans de l'eau stérile, ajouté du **Sulfate de streptomycine**, de manière à obtenir une concentration de 40 000 γ/cm^3 . A l'aide d'une pipette stérile, et au niveau d'une flamme, 1 centimètre cube de la solution renfermant l'antibiotique est versé dans le tube renfermant les 19 centimètres cubes du milieu nutritif — cette opération est faite tant que le milieu nutritif est à l'état liquide —; on roule de nombreuses fois le tube à essai entre les mains de manière à bien homogénéiser le mélange et le tout est immédiatement coulé dans une boîte de Pétri stérile.

De cette façon on obtient 20 centimètres cubes de milieu par boîte (milieu nutritif) et ce milieu contient un antibiotique à la concentration de 2 000 γ/cm^3 .

Nous avons pû, de cette manière, réduire d'une manière fort sensible le développement des bactéries, sans pour cela altérer de manière notable le développement des champignons.

2° PRÉLÈVEMENTS, ISOLEMENTS, REPIQUAGES

Les prélèvements ont été effectués sur des arbres jeunes (1 à 4 ans), le plus souvent, et parfois sur des arbres plus âgés : 8-10 ans au maximum.

(1) *C. R. Acad. Agric.*, 20-27 juin 1956.
C. R. Acad. Agric., 31 octobre 1956.

Ces prélèvements ont été réalisés soit sur tronc, soit sur branche au niveau des zones altérées.

Un grand soin a été apporté à l'aseptie dans tous les stades du prélèvement.

Le fragment, ou la zone au niveau de laquelle le prélèvement va être effectué, est tout d'abord soigneusement nettoyé à l'aide d'un coton imbibé d'alcool à 96°.

La paille sur laquelle les opérations se font a été elle aussi nettoyée à l'aide d'alcool à 96° puis flambée.

A l'aide d'un scalpel très bien affûté et que l'on a flambé, on détache une fine lame superficielle (écorce ou bois) que l'on rejette; on cherche à éliminer ainsi le maximum d'éléments étrangers.

Le scalpel est flambé à nouveau et l'on détache de la partie mise à nu par l'opération précédente un fragment de faible épaisseur — 1 millimètre — et de 1 centimètre de long au plus. A l'aide d'une aiguille — flambée elle aussi — on prélève le fragment qui vient d'être détaché et on le fait passer rapidement :

- soit dans un verre de montre contenant de l'alcool,
- soit dans une flamme (rapidement).

Plusieurs prélèvements sont effectués au niveau de la zone intéressante — 4 ou 5 — et ils sontensemencés séparément, dans des boîtes de Pétri au fond desquelles au préalable on a coulé un milieu nutritif approprié.

Ces boîtes de Pétri sont ensuite portées à l'étuve où elles sont maintenues à une température de 20-22° C.

Les repiquages sont ensuite effectués dans des tubes renfermant 20 centimètres cubes — ou 10 centimètres cubes — de solution nutritive solidifiée par un apport convenable de gélose.

Au bout de deux ou trois repiquages une culture pure du champignon désiré est obtenue.

Comme dans la plupart des cas il est nécessaire d'avoir des fructifications pour pouvoir déterminer le champignon, la culture doit être conservée de longs mois — à différentes températures — avant que l'on atteigne le stade favorable permettant de ranger le champignon dans tel ou tel groupe.

Chapitre III

L'EXPÉRIMENTATION RÉALISÉE SUR LE TERRAIN

1° GÉNÉRALITÉS

L'expérimentation sur le terrain a nécessité la plantation d'un grand nombre de Peupliers appartenant aux cultivars les plus répandus en France (robusta, serotina de Champagne, virginiana, I 214).

En se plaçant dans les conditions du producteur qui cherche à obtenir des sujets vigoureux et bien développés, les arbres ont été plantés à la distance de 7 m $\times$ 7 m qui est celle la plus couramment employée en France et dans les pays voisins.

Le sol, le milieu climatique ayant une grande influence tant sur le végétal que sur le parasite, nous avons cherché, en tenant compte de ces facteurs, à nous placer dans des conditions aussi variées que possible, et choisi des terrains expérimentaux ayant des différences pédologiques nettes dans des milieux climatiques dissemblables : ceci était indispensable pour pouvoir apporter un jugement sur le comportement des divers parasites.

L'un des buts essentiels de la mise en place de ces plantations expérimentales a été de disposer d'un matériel végétal vivant pouvant être consacré à des contaminations expérimentales et éventuellement sacrifié pour une analyse des symptômes internes succédant à l'invasion tissulaire.

2° LES BUTS RECHERCHÉS

Dans l'organisation du plan d'expérimentation qui a été tracé et poursuivi depuis 1953, ont été envisagés différents essais isolés ou combinés permettant d'aboutir à une solution vis-à-vis des problèmes suivants :

1° Par la pratique des inoculations constamment répétées,

il a été possible de définir les périodes au cours desquelles l'infection se réalise naturellement.

2° En utilisant différents procédés de mise en place de l'inoculum, nous avons cherché à établir le **mode de pénétration** des différents parasites mis à l'étude.

3° Par une disposition cyclique d'inoculations de même ordre sur une partie bien déterminée de l'arbre, puis, par la multiplication des observations et des notations relatives à l'évolution de la blessure et de la destruction tissulaire, il a été possible, dans une certaine mesure, d'établir le **périodisme d'infection**.

4° L'influence **prédisposante**, ou au contraire **défavorisante**, des facteurs climatiques à la fois à l'égard du Peuplier et de ses parasites a été suivie grâce à la mise en place de postes météorologiques comprenant thermomètres maxima, minima, enregistreurs, hygromètre enregistreur, pluviomètre totalisateur mensuel.

5° La **réceptivité** et le **degré de sensibilité** de chacun des cultivars à l'égard de l'un ou l'autre des trois parasites utilisés ont fait l'objet d'études comparatives en utilisant le même inoculum sur des arbres de même venue, dans des conditions culturales identiques.

6° Des observations antérieures ayant montré fortuitement l'importance de certaines façons culturales sur le développement du Peuplier, sur la rapidité d'évolution de certains parasites cryptogames généralisés aux jeunes plantations, il a été considéré comme indispensable la mise en œuvre de parcelles dans lesquelles les qualités du sol ont été modifiées en surface et en profondeur.

7° Nous avons comparé également le développement des différents parasites dans les trois centres et cherché à voir si tel ou tel milieu était plus favorable pour leur évolution.

3° LES TERRAINS EXPÉRIMENTAUX

1° Les plantations expérimentales.

1° Stations d'essais.

Afin de réaliser une expérimentation rationnelle concernant les maladies cryptogamiques des Peupliers (et étant guidés par le souci

d'installer les plantations dans des conditions différentes à tous les points de vue), plusieurs plantations ont été réalisées au cours des trois dernières années à :

— Noyon, Chevrières, Saintines (Oise),

— Saint-Gobain (Aisne).

2° *Dates de plantation.*

Toutes les plantations ont été réalisées avant l'hiver, en fin novembre début décembre.

3° *Cultivars plantés.*

Nous avons toujours utilisé les 4 cultivars suivants :

Populus deltoides Marsh cv ' virginiana '.

Populus × *euramericana* (Dode) Guinier cv ' robusta '.

Populus × *euramericana* (Dode) Guinier cv ' serotina de Champagne '.

Populus × *euramericana* (Dode) Guinier cv ' I 214 '.

Ces 4 cultivars de Peupliers représentent approximativement 80 à 90 p. 100 des cultivars utilisés à l'heure actuelle en France pour la réalisation de plantations; ce sont ceux qui ont le plus d'intérêt du point de vue économique.

Pour toutes ces plantations, nous avons pris des plants racinés de 2 ans.

4° *Conditions de plantation.*

Dans chacun de ces terrains, nous avons planté des arbres de chaque cultivar soit dans de bonnes soit dans de mauvaises conditions.

Nous avons pris pour critère :

a) Bonnes conditions : trous cubiques de 50 centimètres de côté; les arbres possédant un système racinaire complet. Le sol a été entretenu par un passage bisannuel d'un rotavator.

b) Mauvaises conditions : trous cubiques de 30 centimètres de côté; système racinaire réduit. Pas d'entretien du sol.

La répartition a été faite suivant la méthode des blocs, avec des répétitions; nous préciserons par la suite la répartition pour chacune des plantations.

5° *Les plantations et les caractéristiques des sols.*

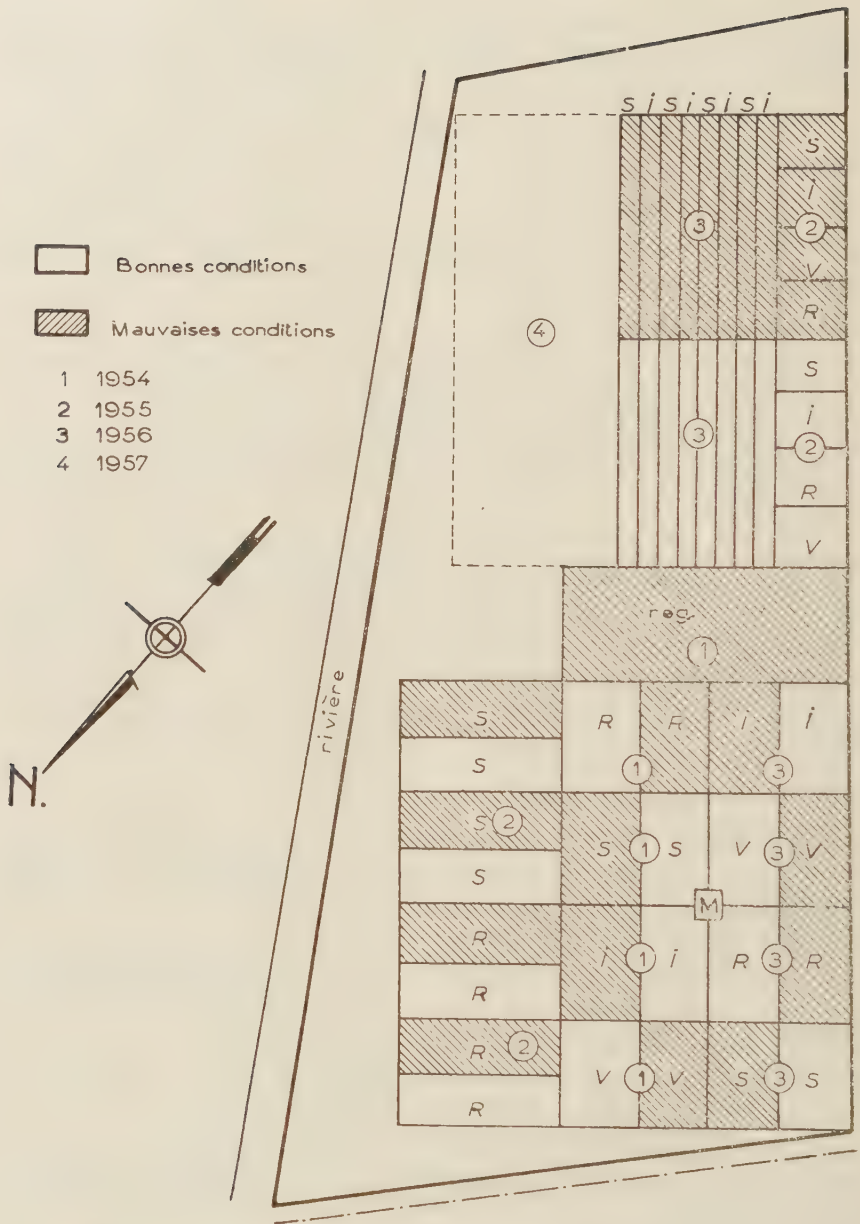


FIG. 18. Centre expérimental de Noyon (Oise). Plan général.

NOYON (fig. 18)

Plantation 1954

Cette plantation est située en bordure de la route d'Amiens, dans un terrain que nous qualifierons de typiquement « à Peupliers ». Elle est dégagée de tous côtés, et les arbres sont dans d'excellentes conditions de luminosité et d'aération. Le sol de cette placette donne, à l'analyse, les caractéristiques suivantes :

1° Analyse physique de la terre fine (%) :

Sable grossier	4,1	4,5
Sable fin	56,4	62,8
Limon	16,0	16,5
Argile	17,3	16,2
(le 1 ^{er} chiffre correspond au sol et le 2 ^e au sous-sol)		

2° Analyse chimique de la terre fine :

CO ² Ca (%)	0,7	traces
Azote total (‰)	3,70	1,30
P ² O ⁵	2	1
K ² O	25	15
(le 1 ^{er} chiffre correspond au sol et le 2 ^e au sous-sol)		
Sous-sol, pH : 7,65.		
Sol, matières organiques : 5,5.		

Ce terrain se révèle, comme formé d'alluvions de vallée plus ou moins tourbeuses et marécageuses à forte proportion d'éléments fins (limon + argile : 32 à 36 %), ceux-ci étant en plus grande quantité dans le sol que dans le sous-sol.

Ce sol a une réaction alcaline et ne possède que 0,7 p. 1 000 de carbonate de chaux.

Il se caractérise par une grande richesse en azote total dont une très grosse partie sous forme organique comme le prouvent les chiffres élevés de matières organiques. Nous sommes en présence d'un sol tourbeux avec accumulation de débris végétaux non dégradés du fait de l'asphyxie interne du sol.

Remarquons la teneur faible en acide phosphorique, spécialement dans le sous-sol, ainsi que la teneur assez faible en potasse.

Les arbres des 4 cultivars sont répartis en 2 blocs, et, dans chacun de ces blocs, les arbres des différents cultivars ainsi que les bonnes et mauvaises conditions ont été répartis au hasard par tirage au sort.

La disposition de cette plantation est la suivante :

R R <i>R</i> <i>R</i>	<i>I</i> <i>I</i> I I
R R <i>R</i> <i>R</i>	<i>I</i> <i>I</i> I I
R R <i>R</i> <i>R</i>	<i>I</i> <i>I</i> I I
R R <i>R</i> <i>R</i>	<i>I</i> <i>I</i> I I
R R <i>R</i> <i>R</i>	<i>I</i> <i>I</i> I I
R R <i>R</i> <i>R</i>	<i>I</i> <i>I</i> I I

<i>S</i> <i>S</i> S S	V V <i>V</i> <i>V</i>
<i>S</i> <i>S</i> S S	V V <i>V</i> <i>V</i>
<i>S</i> <i>S</i> S S	V V <i>V</i> <i>V</i>
<i>S</i> <i>S</i> S S	V V <i>V</i> <i>V</i>
<i>S</i> <i>S</i> S S	V V <i>V</i> <i>V</i>
<i>S</i> <i>S</i> S S	V V <i>V</i> <i>V</i>

<i>I</i> <i>I</i> I I	R R <i>R</i> <i>R</i>
<i>I</i> <i>I</i> I I	R R <i>R</i> <i>R</i>
<i>I</i> <i>I</i> I I	R R <i>R</i> <i>R</i>
<i>I</i> <i>I</i> I I	R R <i>R</i> <i>R</i>
<i>I</i> <i>I</i> I I	R R <i>R</i> <i>R</i>
<i>I</i> <i>I</i> I I	R R <i>R</i> <i>R</i>

V V <i>V</i> <i>V</i>	<i>S</i> <i>S</i> S S
V V <i>V</i> <i>V</i>	<i>S</i> <i>S</i> S S
V V <i>V</i> <i>V</i>	<i>S</i> <i>S</i> S S
V V <i>V</i> <i>V</i>	<i>S</i> <i>S</i> S S
V V <i>V</i> <i>V</i>	<i>S</i> <i>S</i> S S
V V <i>V</i> <i>V</i>	<i>S</i> <i>S</i> S S

V : *Populus deltoïdes* cv ' virginiana '.

R : *Populus* × *euramericana* cv ' robusta '.

S : *Populus* × *euramericana* cv ' serotina de Champagne '.

I : *Populus* × *euramericana* cv ' I 214 '.

Les deux blocs de 96 arbres chacun ont été accolés l'un à l'autre.
Les arbres marqués en caractères gras sont installés dans de bonnes conditions; les arbres marqués en italique sont dans de mauvaises conditions.

Arbres plantés à 7 × 7 mètres.

Les arbres de cette plantation ont été soumis pendant plusieurs années à des inoculations réalisées à l'aide des trois parasites étudiés.

Il y a dans ces blocs un nombre égal d'arbres inoculés et de témoins.

Plantation 1955

Afin d'observer l'influence de conditions météorologiques variables sur des arbres de même venue et de même âge, nous avons réalisé en 1955 de nouvelles plantations qui ont été soumises à nouveau à des inoculations régulières.

Les conditions générales d'installation sont les mêmes que celles de la plantation 1954 et l'analyse du sol nous a donné les résultats suivants :

a) Bonnes conditions sur ancienne pâture :

1° Analyse physique de la terre fine (%) :

Sable grossier	1,3	0,4
Sable fin	30,7	56,5
Limon	16,0	11,8
Argile	20,8	5,7

(le 1^{er} chiffre correspond au sol et le 2^e au sous-sol)

2° Analyse chimique de la terre fine :

CO ³ Ca (%)	20,5	3,2
Azote total (‰)	8,30	13,80
P ² O ⁵	6	1
K ² O	25	20

(1^{er} chiffre : sol; 2^e : sous-sol)

b) Mauvaises conditions :

1° Analyse physique de la terre fine (%) :

Sable grossier	0,5	0,1
Sable fin	32,2	61,6
Limon	13,8	11,7
Argile	18,5	4,0

2° Analyse chimique de la terre fine :

CO ³ Ca (%)	22,2	3,5
Azote total (‰)	9,40	11,40
P ² O ⁵	6	1
K ² O	80	35
Matières organiques	11,0	10,5
Déchets végétaux	1,8	8,6

(Dans tous les cas, le 1^{er} chiffre correspond au sol et le 2^e au sous-sol.)

Nous pouvons faire les mêmes remarques que celles effectuées pour le terrain de la plantation 1954, mais noter la teneur assez forte en potasse dans la zone correspondant aux mauvaises conditions.

Nous n'avons installé qu'un seul bloc au cours de cette plantation, et pour bénéficier des bonnes et mauvaises conditions existant

déjà sur certaines parties de ce nouveau terrain, nous avons été amenés à adopter la disposition suivante :

S.	S.	S.	S.
S.	S.	S.	S.
S.	S.	S.	S.
I.	I.	I.	I.
I.	I.	I.	I.
I.	I.	I.	I.
V.	V.	V.	V.
V.	V.	V.	V.
V.	V.	V.	V.
R.	R.	R.	R.
R.	R.	R.	R.
R.	R.	R.	R.
S.	S.	S.	S.
S.	S.	S.	S.
S.	S.	S.	S.
I.	I.	I.	I.
I.	I.	I.	I.
I.	I.	I.	I.
R.	R.	R.	R.
R.	R.	R.	R.
R.	R.	R.	R.
V.	V.	V.	V.
V.	V.	V.	V.
V.	V.	V.	V.

La moitié supérieure de chaque rangée correspond aux mauvaises conditions; la moitié inférieure est installée dans de bonnes conditions.

R : *Populus* × *euramericana* cv 'robusta'.

S : *Populus* × *euramericana* cv 'serotina de Champagne'.

I : *Populus* × *euramericana* cv 'I 214'.

V : *Populus deltoides* cv 'virginiana'.

Les plantations expérimentales dont il vient d'être question ont été soumises à l'action des différents parasites au cours des années 1954, 1955, 1956, 1957, à cet effet plusieurs milliers d'inoculations ont été réalisées.

A côté de ces 2 plantations à inoculations, 2 plantations sans inoculations ont été installées en 1955 et 1956.

Plantation 1955

Il a été mis en place un bloc comprenant :

— 96 *Populus* × *euramericana* cv 'robusta',

— 96 *Populus* × *euramericana* cv 'serotina de Champagne'.

Nous avons établi des lots pour chacun de ces cultivars, chaque lot comprenant 12 arbres. Les caractéristiques de chacun des lots sont les suivantes :

1 — nT, nJ, t, R	T — taillé.
2 — nT, nJ, nt, R	J — mis en jauge.
3 — T, nJ, nt, R	t — traité (1).
4 — T, nJ, t, R	R — avec racines.
5 — T, nJ, nt, nR	nT — non taillé.
6 — T, nJ, t, nR	nJ — non mis en jauge.
7 — T, J, t, R	nT — non traité (1).
8 — T, J, nt, R	nR — sans racines.

L'analyse du sol de la plantation nous a donné les résultats suivants :

1° Analyse physique de la terre (%)

Sable grossier	1,9	2,4
Sable fin	48,0	50,7
Limon	16,0	12,8
Argile	20,2	20 0

(le 1^{er} chiffre correspond au sol et le 2^e au sous-sol)

2° Analyse chimique de la terre fine:

CO ³ Ca	1,9	5,1
Azote total (‰)	9,5	6,30
P ² O ⁵	4	5
K ² O	30	30
Matières organiques	10,8	6,3
Déchets végétaux	1,2	2,7

(1^{er} chiffre : sol; 2^e chiffre : sous-sol)

Nous pouvons faire les mêmes remarques que celles faites au sujet du terrain de la plantation 1955.

Les arbres de chacun des lots ont été plantés dans des « bonnes » et « mauvaises » conditions, et cette différence a été accentuée par la suite par le passage dans certaines zones d'un rotavator.

(1) Sous le terme traité nous envisageons des arbres qui ont été réservés pour des applications fongicides.

La plantation se présente comme suit :

<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.
S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.
S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.
<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.
S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.
S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.	S.
<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.
R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.
R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.
<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.
R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.
R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.	R.
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII

S : *Populus* × *euramericana* cv ‘ serotina de Champagne ’.

R : *Populus* × *euramericana* cv ‘ robusta ’.

Caractéristiques des huit rangées (sens vertical) :

- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1. — nT, nJ, t, R | T : taillé; |
| 2. — nT, nJ, nt, R | J : mis en jauge; |
| 3. — T, nJ, nt, R | t : traité; |
| 4. — T, nJ, t, R | R : avec racines; |
| 5. — T, nJ, nt, nR | nT : non taillé; |
| 6. — T, nJ, t, nR | nJ : non mis en jauge; |
| 7. — T, J, t, R | nt : non traité; |
| 8. — T, J, nt, R | nR : sans racines. |

Caractères gras : bonnes conditions.

Caractères italiques : : mauvaises conditions.

Tous ces arbres sont soumis aux conditions d'infection naturelle et nous avons cherché à apprécier leur réceptivité ou leur plus ou moins grande résistance à l'infection par *Cytospora chrysosperma*

CHEVRIÈRES (fig. 19)

Plantation 1954

Cette plantation a été réalisée dans un sol assez léger ayant porté auparavant Blé et Betteraves, c'est-à-dire dans un terrain tout à fait différent de celui des plantations de Noyon.

L'ensemble est dégagé de tous côtés, et les conditions de luminosité et d'aération sont des meilleures.

Le sol de cette placette a révélé à l'analyse les caractéristiques suivantes :

1° Analyse physique de la terre fine (%) :

Sable grossier	26,4	25,9
Sable fin	65,9	65,2
Limon	3,2	2,5
Argile	3,2	6,0
(1 ^{er} chiffre : sol; 2 ^e chiffre : sous-sol)		

2° Analyse chimique de la terre fine :

CO ³ Ca (%)	1,3	0,4
Azote total (‰)	0,65	0,25
P ² O ⁵	35	15
K ² O	30	20
(1 ^{er} chiffre : sol; 2 ^e chiffre : sous-sol)		
pH du sous-sol : 8.15		

Nous avons affaire à un terrain très sablonneux puisqu'il contient plus de 90 p. 100 de sable fin et grossier. La teneur en argile est très faible, légèrement plus forte pour le sous-sol.

Du point de vue chimique, cette terre est assez riche en carbonate de chaux et a une réaction nettement alcaline. La richesse en azote et en acide phosphorique est notable; par contre, la teneur en potasse est moyenne.

Le sous-sol a des teneurs normales, sauf en ce qui concerne l'acide phosphorique dont la teneur est particulièrement élevée.

Le bloc installé au cours de cette année comprend des arbres appartenant aux 4 cultivars habituellement utilisés, installés dans de bonnes et mauvaises conditions comme l'indique le plan ci-après :

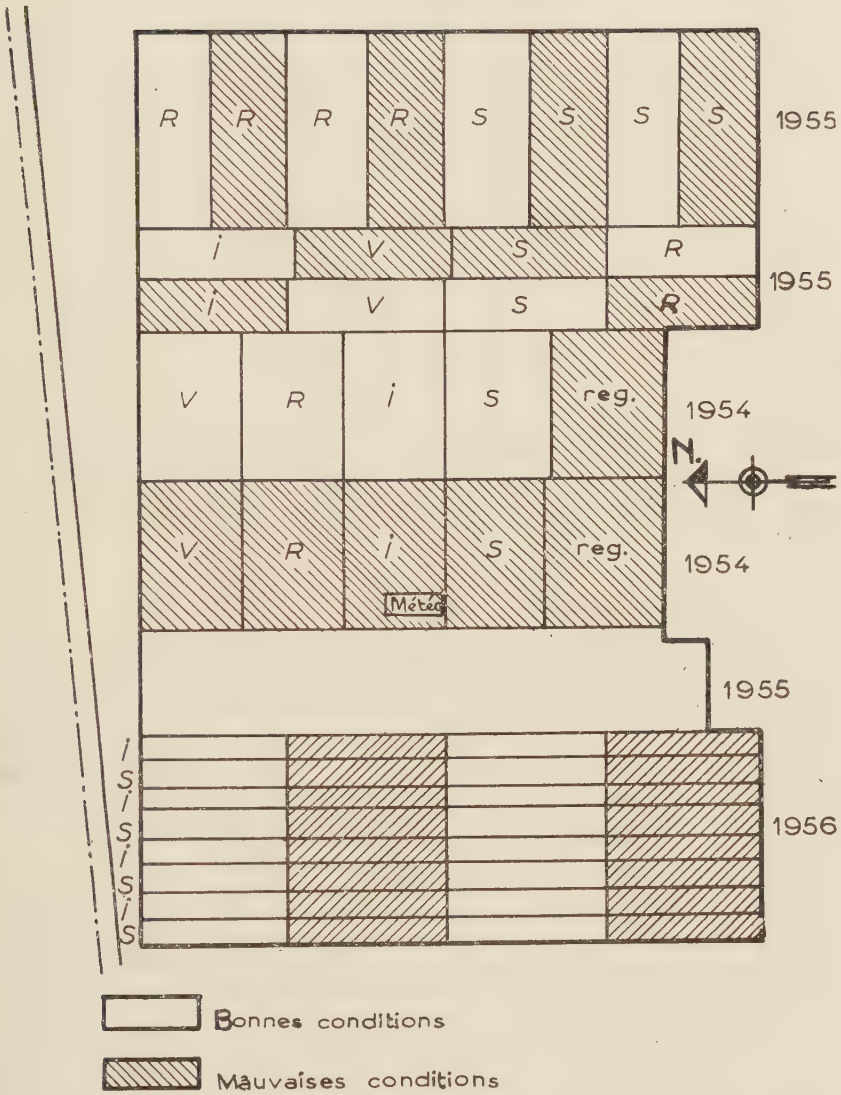


FIG. 19. — Centre expérimental de CHEVRIÈRES (Oise). Plan général.

S	S	S	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
S	S	S	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
S	S	S	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
S	S	S	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>S</i>
I	I	I	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>
I	I	I	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>
I	I	I	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>
I	I	I	<i>I</i>	<i>I</i>	<i>I</i>
R	R	R	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
R	R	R	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
R	R	R	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
R	R	R	<i>R</i>	<i>R</i>	<i>R</i>
V	V	V	<i>V</i>	<i>V</i>	<i>V</i>
V	V	V	<i>V</i>	<i>V</i>	<i>V</i>
V	V	V	<i>V</i>	<i>V</i>	<i>V</i>
V	V	V	<i>V</i>	<i>V</i>	<i>V</i>

Les arbres ont été plantés dans tous les cas à 7×7 mètres avec des critères de bonnes et mauvaises conditions identiques à ceux qui ont été définis plus haut. Les arbres mentionnés en caractères gras sont ceux situés dans de bonnes conditions et ceux indiqués en italiques sont placés dans de mauvaises conditions.

Plantation 1955

Pour les mêmes raisons qu'à Noyon, nous avons réalisé en 1955 une nouvelle plantation à Chevreières, voisine de celle de 1954. Les conditions générales sont les mêmes — ou presque — que celles de la plantation 1954. Comme l'on peut le voir sur l'analyse qui suit, le sol présente des caractéristiques assez voisines de celles de la plantation précédente :

1° Analyse physique de la terre fine (%) :

Sable grossier	27,3	27,1
Sable fin	67,5	65,9
Limon	2,2	1,7
Argile	3,0	5,3
(1 ^{er} chiffre : sol; 2 ^e chiffre : sous-sol)		

2° Analyse chimique de la terre fine :

pH	7,10	7,65
CO ² Ca	traces	traces
Azote total (‰)	0,55	0,30
P ² O ⁵	10	8
K ² O	50	25
(1 ^{er} chiffre : sol; 2 ^e chiffre : sous-sol)		

Nous sommes en présence d'un terrain sablonneux dont la teneur en argile est très faible (3 %).

Cette terre a une réaction légèrement alcaline et possède des traces de carbonate de chaux. La teneur en azote total est très faible même pour une terre très siliceuse. La teneur en potasse et en acide phosphorique est assez bonne. Le sous-sol a une réaction plus fortement alcaline et est normalement moins riche que le sol.

La répartition des arbres appartenant aux différents cultivars est mentionnée sur le plan ci-dessous. Nous nous sommes rapprochés de la disposition adoptée pour le bloc de Noyon de 1954.

R	R	<i>R</i>	<i>R</i>
R	R	<i>R</i>	<i>R</i>
R	R	<i>R</i>	<i>R</i>
R	R	<i>R</i>	<i>R</i>
<i>S</i>	<i>S</i>	S	S
<i>S</i>	<i>S</i>	S	S
<i>S</i>	<i>S</i>	S	S
<i>S</i>	<i>S</i>	S	S
<i>V</i>	<i>V</i>	V	V
<i>V</i>	<i>V</i>	V	V
<i>V</i>	<i>V</i>	V	V
<i>V</i>	<i>V</i>	V	V
I	I	<i>I</i>	<i>I</i>
I	I	<i>I</i>	<i>I</i>
I	I	<i>I</i>	<i>I</i>
I	I	<i>I</i>	<i>I</i>

R : *Populus* × *euramericana* 'robusta'.

S : *Populus* × *euramericana* 'serotina de Champagne'.

I : *Populus* × *euramericana* 'I 214'.

V : *Populus deltoides* 'virginiana'.

Les lettres en caractères gras correspondent aux bonnes conditions.

Les lettres en italiques correspondent aux mauvaises conditions.

Cette plantation, comme celle de 1954, a été soumise à des inoculations régulières pendant plusieurs années.

Une plantation *non inoculée*, comprenant des arbres ayant subi différents traitements et soumise aux conditions d'infection naturelle a été installée, toujours à la fin de 1955, à Chevreières; elle est en tous points identique à celle réalisée à la même époque à Noyon.

Plantation 1956

Une nouvelle plantation d'arbres soumis aux conditions d'infection naturelle a été mise en place à Chevrières en décembre 1956. Ces arbres appartenant aux cultivars 'serotina de Champagne' et 'I 214' étaient différenciés par leur taille et l'application ou non de traitements anticryptogamiques.

Cette plantation se présente comme suit :

I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S

<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>

I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S
I	S	I	S	I	S	I	S

<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>
<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>S</i>

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
----------	----------	----------	----------

- a* : taillés, non traités;
- b* : taillés, traités;
- c* : non taillés, non traités;
- d* : non taillés, traités.

En caractères gras : bonnes conditions.

En italique : mauvaises conditions.

- Robusta • Serotina

✱ Virginiana ✱ 1.214  Mauvaises conditions



FIG. 20. — Centre expérimental de SAINT-GOBAIN (Aisne). Plan général.

S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I
S	S	I	I

La quasi totalité des arbres de cette plantation étant morte à la suite des inoculations répétées, les quelques arbres restant ont été arrachés et une plantation, en tous points identique à celle de 1954, a été réalisée en fin 1956.

SAINTINES

Plusieurs milliers d'arbres numérotés ayant subi divers traitements en pépinière depuis le stade bouture, sont plantés au voisinage de la Manufacture d'Allumettes de Saintines; ces arbres sont soumis aux conditions d'infection naturelle et leur comportement est suivi régulièrement.

2° Les pépinières expérimentales.

1° *Lieux d'installation.*

Ces pépinières ont été installées à Chevières, Saint-Gobain, Saintines, dans des terrains riches (terre de jardin) qui sont nécessaires pour l'obtention de beaux plants.

2° *Buts.*

Nous avons cherché à obtenir des plants dont nous connaissons toutes les caractéristiques pour la réalisation de plantations expérimentales « sans inoculations », autour de ces différents centres. Ces plantations sont soumises aux conditions d'infection naturelle.

Les arbres ont été soumis à différents traitements et des essais d'anticyptogamiques ont été faits depuis le stade bouture.

3° Conditions d'installation.

La plantation a été faite à la densité d'environ 15.000 à l'hectare, à l'aide de boutures appartenant aux 4 cultivars habituels.

Ces pépinières ont toujours été entretenues avec le plus grand soin et les plants installés définitivement en plantation au bout de deux ans.

4° LES TECHNIQUES ET LES MÉTHODES UTILISÉES

Dans les différents centres expérimentaux, nous avons cherché à contaminer les 4 cultivars de Peupliers plantés.

Plusieurs types d'inoculation ont été réalisés — nous envisageons ces divers types par la suite — et l'inoculum a été utilisé soit sous la forme de mycélium, soit sous la forme sporifère : disons tout de suite que, quelle que soit la forme d'inoculum utilisée, à quelques très faibles variantes près, les résultats obtenus ont été les mêmes.

Le devenir de ces inoculations et l'extension de la maladie, si elle s'installait dans le végétal, ont été suivi à l'aide de fréquentes **observations**, au cours desquelles un système de **notations** précis était utilisé.

Les résultats ont été consignés dans des fiches d'un modèle spécial et l'interprétation faite d'une manière qui sera exposée par la suite.

Tout au long de cette expérimentation sur le terrain, de très nombreuses observations ont été faites tant en plantation qu'en pépinière sur les cas d'infection naturelle, sur l'évolution de la maladie, les conditions des divers centres atteints...

1° Les inoculations.

a) Matériel nécessaire.

Un matériel minimum est nécessaire pour la réalisation de ces inoculations surtout si, mensuellement, plusieurs centaines d'inoculations sont à effectuer.

Nous avons construit une petite caisse « à inoculations » dans laquelle nous avons disposé le plus rationnellement possible le

matériel pour inoculer et à inoculer qui doit être transporté sur le terrain dans les différentes placettes d'expérimentation.

Le matériel nécessaire comprend :

- 2 scalpels bien affûtés; 2 greffoirs;
- 2 aiguilles lancéolées; 2 aiguilles ordinaires;
- 2 paires de pinces;
- coton hydrophile; eau stérile; alcool à 96°;
- Cellophane ou polythène; scotch;
- fil (résistant); étiquettes en rhodoïd;
- plus, bien entendu, les spores ou le mycélium que l'on désire inoculer (en tubes droits ou étranglés ou en boîtes de Pétri).

Ajoutons à tout cela le matériel nécessaire pour la récolte et le transport des échantillons prélevés sur le terrain : tubes, boîtes, feuillets de matière plastique, étiquettes, sécateur, petite scie.

b) Mode opératoire.

On nettoie très soigneusement la partie du végétal où l'inoculation va être réalisée à l'aide d'un coton stérile imbibé d'alcool à 96°.

A l'aide d'un scalpel bien affuté et stérile, on pratique une blessure : pour ce faire on soulève une petite languette comprenant l'écorce, le cambium et la partie la plus externe du bois (fig. 21).

La languette restant adhérente au végétal, entre elle et les tissus, on place à l'aide d'une aiguille lancéolée stérile une petite quantité de mycélium, et un reste de milieu sur lequel ce champignon a été cultivé; dans la majorité des cas, ce mycélium est cultivé en boîte de Pétri, et le prélèvement effectué directement sur la boîte de culture.

Pour les inoculations réalisées avec des spores, on introduit :

- soit une pycnide entière;



FIG. 21. — Incision pratiquée pour la réalisation d'une inoculation profonde.

— soit un fragment de cirrhe;

— soit encore quelques gouttes d'une suspension provenant de la dilution d'un cirrhe dans de l'eau stérile. (Ce mode d'inoculation n'a été utilisé que pour le *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. et le *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.)

La partie qui vient d'être inoculée est ensuite recouverte à l'aide de coton hydrophile stérile humidifié avec de l'eau stérile; le tout est enveloppé avec un petit carré de cellophane ou de polythène, maintenu en place par un ruban adhésif (scotch).

La date et le mode d'inoculation sont marqués sur une étiquette de couleur conventionnelle suivant le parasite inoculé.

c) Différents types d'inoculations.

1^o *Inoculations « par contact »*. — Dans certains cas, nous nous sommes contentés simplement d'appliquer à la surface du tronc ou de la branche une petite quantité de mycélium — et de milieu de culture —, ou une pycnide ou un cirrhe, après avoir bien nettoyé la zone d'application avec de l'alcool à 96°.

Le champignon ainsi appliqué est recouvert à l'aide de coton hydrophile imbibé et le tout enveloppé dans de la cellophane.

2^o *Inoculations « superficielles »*. — Dans d'autres cas l'incision pratiquée a été tout à fait superficielle et n'intéressait que l'écorce ou le liber; on opérait ensuite comme précédemment; introduction du parasite et emballage.

Ces inoculations délicates n'ont pu être faites qu'au Laboratoire sur des arbres plantés en pots.

3^o *Inoculations « profondes »*. — La majorité des inoculations ont été pratiquées comme nous venons de l'indiquer, c'est-à-dire à l'aide d'inoculations profondes mettant le bois à nu, et le parasite directement en contact avec ce dernier.

4^o *Inoculations par « voies naturelles »*. — Nous avons également réalisé de très nombreuses inoculations au niveau des plaies de taille et des blessures naturelles, nous contentant de nettoyer à l'aide d'un coton imbibé d'alcool la partie où est appliqué le parasite (soit sous la forme mycélienne, soit sous la forme sporifère).

d) **Remarques.**

1^o Le « pansement » qui est mis autour de la blessure est maintenu pendant quinze jours à trois semaines.

2^o Dans tous les cas, une blessure témoin munie du même pansement est réalisée non loin de l'inoculation; la blessure témoin est effectuée exactement de la même manière que celle qui recevra le parasite.

Cette blessure témoin nous permet de voir de quelle manière évolue une incision sans la présence du parasite, et nous conduit à conclure avec certitude qu'il s'agit bien de l'action propre de la cryptogame qui fait évoluer d'une manière différente l'autre blessure.

e) **Rythme des inoculations.**

Des inoculations ont été réalisées mensuellement dans les trois centres expérimentaux de Noyon, Chevrières, Saint-Gobain, et ce, au cours d'un cycle de trois années. Nous avons ainsi effectué plusieurs dizaines de milliers d'inoculations, et cette multiplicité des opérations confère plus de certitude à nos conclusions.

2^o Les observations.

Les observations ont été faites également mensuellement, et des notations ont été données tous les mois au devenir de ces inoculations, nous verrons plus loin les notations adoptées.

Pour chaque inoculation, en moyenne 18 observations ont été réalisées, classées, triées, interprétées.

Nous avons, dans ces observations, tenu compte du **pourcentage de réussite** des inoculations ainsi que de l'**intensité du développement** de la maladie.

3^o Les notations.

a) Notation utilisée pour les inoculations réalisées à l'aide de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard et de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.

Les notations utilisent un chiffrage de 0 à 5 (fig. 22).

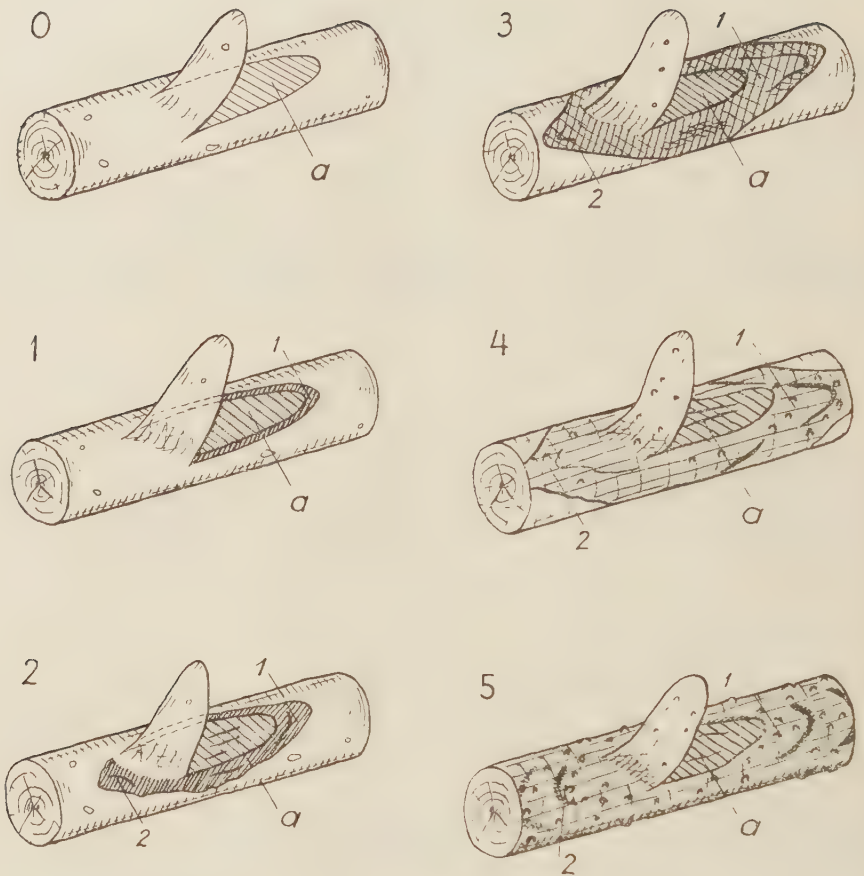


FIG. 22. — Différents faciès correspondants aux notations adoptées pour l'appréciation de l'évolution des altérations dues au *Dothichiza populea* Sacc. et Briard et au *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.

0 : Aucune réaction n'est observée à la suite de l'incision et de l'introduction du mycélium ou des spores.

L'incision réalisée avec introduction du champignon est en tous points semblables à celle réalisée sans introduction de champignon, c'est-à-dire à l'incision témoin.

La languette résultant de l'incision se dessèche et meurt.

1 : La plage incisée « a », sur laquelle a été appliqué le mycélium ou les spores, brunit et ce brunissement n'est pas seulement superficiel mais pénètre légèrement à l'intérieur des tissus de cette plage. De plus, sur le pourtour de la plage « a », on observe une marge de brunissement dont l'étendue ne dépasse pas 2 à 3 millimètres.

La languette résultant de l'incision est desséchée.

2 : La plage incisée « a » devient de plus en plus noirâtre, tandis que la pénétration mycélienne se fait plus profonde.

Au-dessus de la plage « a » la tache brune gagne du terrain (en 1) et se manifeste aussi (en 2) au-dessous de la languette. La zone brunâtre ne dépasse en aucun cas 1 centimètre à partir du bord de la plage d'incision « a ». On observe parfois certaines rides légèrement boursoufflées sur la zone brunâtre au delà de « a ».

3 : Il n'y a guère de modifications en ce qui concerne la zone incisée, par contre la zone brunâtre continue à s'étendre et commence à entourer la branche ou le tronc incisé; cette zone atteint 2 à 3 centimètres à partir du bord de « a ». On observe la formation de quelques pycnides sur la languette. Les rides vues au 2 se précisent et prennent une disposition concentrique à partir du point d'inoculation.

4 : La présence mycélienne se manifeste sur une zone de plus en plus étendue et elle enserre presque totalement la branche ou le jeune tronc.

Les pycnides du champignon se manifestent sur la zone brunâtre mais sont encore éparées.

5 : La zone atteinte fait maintenant le tour de la branche ou du tronc. A ce stade là, la branche ou la flèche de l'arbre sont mortes.

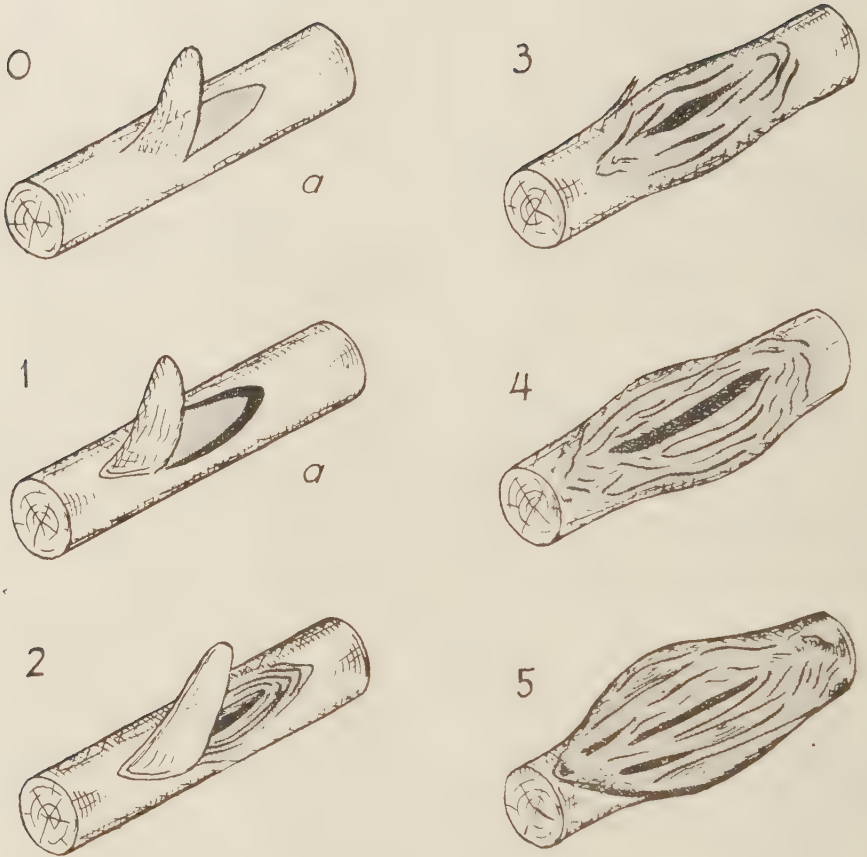


FIG. 23. — Différents faciès correspondants aux notations adoptées pour l'appréciation de l'évolution des altérations provoquées par le *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.

De très nombreuses pycnides s'observent sur toute la zone attaquée. Certaines de ces pycnides sont ouvertes et la dissémination des spores commence.

Nous sommes au stade ultime de l'évolution du parasite.

Des symptômes analogues se manifestant dans le temps lors de l'évolution de la maladie, nous avons adopté les mêmes notations pour le *Dothichiza* et pour le *Cytospora*. Signalons cependant que quelques pycnides peuvent se manifester dans le cas du *Cytospora chrysosperma* au stade correspondant à la note 3.

b) Notation utilisée pour les inoculations réalisées à l'aide de *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.

Les notations utilisent un chiffrage de 0 à 5 (fig. 23).

0 : Aucune réaction n'est décelable, et l'incision réalisée avec introduction de mycélium est identique à celle réalisée sans aucun apport (incision témoin).

1 : La plage incisée sur laquelle a été appliqué l'inoculum brunit, et ce brunissement s'étend au delà de la zone d'application « a » sur une distance ne dépassant pas 2 à 3 millimètres.

2 : La zone noirâtre s'étend et la pénétration mycélienne est de plus en plus importante. Une dépression commence à se manifester au centre de la zone incisée sur laquelle a été appliqué l'inoculum. Deux lèvres commencent à se manifester longitudinalement sur le bord de l'incision.

3 : Au niveau de la zone inoculée la branche ou le jeune tronc commence à présenter une sorte de « gonflement » et des rides longitudinales se précisent de part et d'autre de la zone inoculée; la dépression centrale s'accuse. La languette tombe le plus souvent.

4 : La « boursoufflure » gonfle de plus en plus et devient nettement visible. La dépression est légèrement en voie de résorption mais, par contre les rides longitudinales latérales qui comprennent essentiellement les fibres du péricycle se dilacèrent par suite du

gonflement de toute la zone inoculée. Ces fibres sont le plus souvent de teinte rougeâtre correspondant à la pigmentation produite par le champignon.

5 : Nous avons le même état que celui décrit en 4, mais avec une boursouffure plus accusée, un nombre de fibres dilacérées plus important. La lésion présente un peu l'aspect d'un renflement qui aurait été « griffé ».

Une coloration lie de vin plus ou moins marquée s'observe toujours et la partie centrale se résorbe progressivement.

La fin de l'évolution coïncide avec la fin de la période végétative.

4^o Transcription et interprétation des résultats.

Les résultats ont été consignés dans des fiches du modèle ci-joint.

Les mois portés en ordonnées correspondent aux mois d'inoculation et les mois portés en abscisses aux observations.

Quand l'inoculation « progresse », il n'y a aucune difficulté d'interprétation; mais dans certains cas l'inoculation « régresse », nous entendons par là que, loin de s'étendre, une inoculation qui a atteint une note 3 par exemple se stabilise et un commencement de cicatrisation se produit : dans ce cas, la note 2 est attribuée à l'inoculation; si le mois suivant la lésion évolue dans le sens de la guérison pour finalement aboutir à une plaie cicatrisée, la note 0 est affectée à cette dernière, bien que extérieurement un facies correspondant à 2 ou à 3 se maintienne.

Une inoculation est considérée comme réussie, si, en lisant horizontalement pour un mois donné et en additionnant les notes obtenues, on arrive à un total au moins égal à 5 (et si l'on a la possibilité de réisoler le mycélium du parasite).

Le pourcentage des inoculations réussies est très facilement obtenu en considérant pour un parasite, un cultivar, un terrain et un mois donné les différentes fiches correspondant aux références en question; tenant compte de l'inoculation réussie (pour la traduction des résultats), on établit le nombre de ces inoculations par rapport au total de ces dernières, ce qui par la suite, à l'aide d'un rapide calcul donne le pourcentage.

5^o Observations sur le terrain concernant les infections naturelles.

Ces observations ont été réalisées d'une part dans les pépinières et plantations privées, et, d'autre part dans des pépinières et des plantations que nous avons installées à cet effet et dans lesquelles nous connaissions les différents éléments permettant de mieux interpréter les observations.

En ce qui concerne les observations dans les pépinières et plantations privées, elles ont été réalisées dans toute la France et parfois à l'étranger. Dans tous les cas, nous nous sommes efforcés d'avoir le maximum de précisions tant sur le plant que sur les techniques culturales utilisées (depuis le stade bouture jusqu'à la plantation), ainsi que sur les conditions météorologiques. Dans la mesure de nos possibilités, nous avons suivi pendant plusieurs années les foyers parasités.

D'autre part, afin de pouvoir mieux interpréter les résultats expérimentaux, nous avons installé un certain nombre de pépinières et de plantations témoins dans lesquelles n'a été réalisée aucune inoculation à Saintines et Chevrières (Oise), ainsi qu'à Saint-Gobain (Aisne), dans des secteurs contaminés, ce qui laissait une possibilité d'infection naturelle normale. Les facteurs de variation ont porté essentiellement sur les différentes façons culturales : taille, jauge, racines, traitements, dates et conditions de plantation.

Chacun des arbres a été numéroté et suivi depuis le stade bouture, c'est-à-dire que ses « antécédents » sont parfaitement connus; chacun de ces arbres possède une fiche mécanographique sur laquelle sont mentionnées les différentes caractéristiques, ainsi que les traitements subis, et une inspection réalisée plusieurs fois par an a fourni des résultats qui ont été également traduits sur fiches.

Ayant adopté un système de dépouillement mécanographique, il nous a été possible de tirer des résultats sur le comportement de plusieurs milliers d'arbres, ce qui confère une certaine valeur à nos conclusions.

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE DE *DOTHICHIZA POPULEA*

SACC. ET BRIARD

Chapitre Premier

CARACTÉRISATION ET DESCRIPTION DE LA MALADIE ET DU PARASITE

1. GÉNÉRALITÉS. POSITION SYSTÉMATIQUE.
2. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.
3. DESCRIPTION DE LA MALADIE.
4. ASPECT MICROSCOPIQUE DU *Dothichiza populea*.
 - 1) Pycnides;
 - 2) Pycniospores;
 - 3) Mycélium.
5. LE PARASITE EN CULTURE.

Chapitre II

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DU PARASITE

A) L'EXPÉRIMENTATION AU LABORATOIRE

1. MODE DE GERMINATION DES SPORES.
2. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LA GERMINATION DES SPORES ET LE DÉVELOPPEMENT MYCÉLIEN.
3. INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN SPORES SUR LA GERMINATION DES SPORES.
4. INFLUENCE DE LA LUMIÈRE SUR LA GERMINATION DES SPORES ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS.

5. INFLUENCE DU VIEILLISSEMENT DES SPORES SUR LA GERMINATION ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS.
6. INFLUENCE DU pH SUR LA GERMINATION DES SPORES.
7. LONGÉVITÉ DES SPORES.
8. LA RÉSISTANCE AU FROID DU MYCÉLIUM.
9. ÉTUDE DE LA VITESSE DU DÉVELOPPEMENT MYCÉLIEN.
10. LE CHEMINEMENT MYCÉLIEN AU SEIN DU VÉGÉTAL PARASITÉ.
11. DURÉE DE LA PERSISTANCE DE LA VIE MYCÉLIENNE AU SEIN D'UNE ZONE ALTÉRÉE.
12. *Cenangium populneum* (PERS.) REHM, FORME PARFAITE DE *Dothichiza populea* SACC. ET BRIARD?

B) L'EXPÉRIMENTATION ET LES OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

1. LA PÉNÉTRATION DU PARASITE.
 2. LES PÉRIODES DE SENSIBILITÉ DU VÉGÉTAL.
 3. LA PRODUCTION DES PYCNIDES.
 4. LES PÉRIODES D'INSTALLATION DU PARASITE.
 5. L'ÉVOLUTION DE LA MALADIE.
 6. DE L'INFLUENCE DE LA TAILLE SUR LA PROPAGATION DU *Dothichiza populea* SACC. ET BRIARD.
 7. INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES.
 8. DIFFÉRENCE DE SENSIBILITÉ DES 4 CULTIVARS SOUMIS A L'EXPÉRIMENTATION.
 9. INFLUENCE DES FAÇONS CULTURALES.
 10. INTENSITÉ DES ATTAQUES DANS LES DIFFÉRENTS CENTRES EXPÉRIMENTAUX.
 11. « MALADIE DES TACHES BRUNES » ET SES ÉVENTUELS RAPPORTS AVEC *Dothichiza populea* SACC. ET BRIARD.
 - CONCLUSIONS.
-

Chapitre Premier

CARACTÉRISATION ET DESCRIPTION DE LA MALADIE ET DU PARASITE

1^o GÉNÉRALITÉS. POSITION SYSTÉMATIQUE

Ce champignon se caractérise par la présence de très nombreuses pycnides faisant saillie hors de l'organe parasité. Ces pycnides, qui marquent le stade extrême de l'évolution de la maladie, prennent naissance au sein du parenchyme cortical, sous les formations subérophellodermiques.

Par suite de leur développement, ces pycnides font éclater les tissus qui les recouvrent — suber et épiderme — et finissent par être directement en contact avec l'atmosphère. La surface de la zone parasitée paraît hérissée au moment de l'émission des pycniospores.

Dothichiza populea Sacc. et Briard, est un *Adélomycète* (*Excipulacées*); il est considéré comme le stade pycnide de *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm, *Ascomycètes* (*Cenangiacées*).

2^o RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE (fig. 24, 25, 26)

Le *Dothichiza* a été décrit pour la première fois en France par Saccardo et Briard (1884), puis en Hollande par Oudemans (1889) et en Allemagne par Krieger (1885). Delacroix l'étudia en France de 1903 à 1906. Quelques mois plus tard, Voglino (1907) rencontra le champignon en Italie et fut amené à penser que ce champignon représentait la forme pycnide de l'*Ascomycète* *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm.

Le champignon fut décrit en Amérique par Hedgcock et Hunt en 1916.

De nombreux travaux furent par la suite consacrés au *Dothichiza populea* dans différents pays; les principaux sont ceux de Moss (1922), Detmers (1923), Focx (1923), Hiley (1923), Hedgcock (1927), Dufrénoy (1930), Lanzoni (1932), Richter (1933), Day et Peace

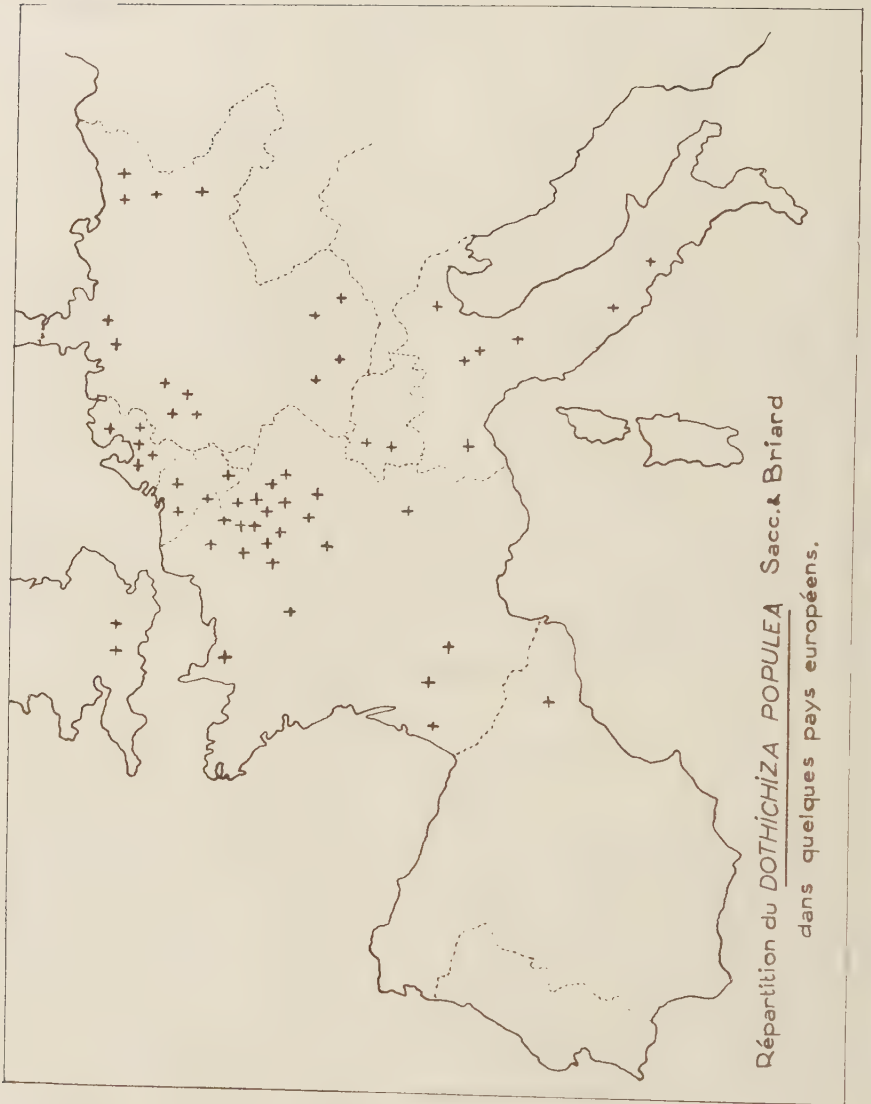


Fig. 24.



FIG. 25. — Répartition du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard en France.



Fig. 26. — Répartition du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard dans quelques départements du Nord de la France.



(Réduit de moitié.)

FIG. 27. — Différents faciès évolutifs de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.
(De haut en bas : évolution de plus en plus importante.)

(1934), Pétri (1937, 1939), Klebahn (1937), Van Vloten (1939), Lanzoni (1939), Goidanich (1940), Ter Pelkwijk et Brink (1946), Breny (1946), Davis (1948), Kispatic (1950), Ciferri (1951) et Houtzagers (1951), Schmidle (1952), Müller (1953), Schönhar (1953 et 1955), Zycha (1955), Butin (1955).

Nous avons observé ce champignon en Hollande, Belgique, Allemagne, Italie, France. Au cours des dernières années des attaques fort importantes se sont produites en France dans les régions au Nord de la Loire. Ces attaques ont été également catastrophiques depuis 1950 en Allemagne et en Belgique.

3° DESCRIPTION DE LA MALADIE (fig. 27)

La première manifestation de la maladie se traduit par l'apparition de taches de dimensions variables de teinte marron clair sur l'écorce. Cette couleur marron vire au brun plus ou moins accusé et même au noir par endroits. On peut observer au niveau de ces taches de légères dépressions ou de faibles boursouflures.

La plupart du temps, l'attaque débute sur les cicatrices foliaires, à l'insertion des bourgeons, à l'aisselle des rameaux, aux limites des pousses annuelles et au niveau de toute blessure de l'écorce (plaie de taille, etc.).

Si on soulève cette écorce par une entaille au couteau, on se trouve en présence d'un tissu brun, le plus souvent franchement noirâtre et parfois humide.

A un stade plus avancé de la maladie, l'écorce se soulève par endroits par suite de la formation de pycnides disposées en cercles concentriques ou en files. Ces pycnides sont noirâtres et ont de 1 à 2 millimètres de diamètre; elle sont plus grandes que celles de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr., qui ne dépassent pas 1 millimètre.

Plus tard, l'écorce couvrant ces pycnides est rompue, et celles-ci laissent échapper par temps humide des masses glaireuses de couleur crème, en opposition avec le *Cytospora* dont les pycnides produisent par temps humide de longs cirrhes orangés.

La plupart du temps, la mort du rameau ou du plant suit, et cette mort est d'autant plus rapide que le développement de la zone envahie devient annulaire.

4^o ASPECT MICROSCOPIQUE DU *Dothichiza populea*

1^o Pycnides.

a) *Aspect extérieur.*

Ces pycnides apparaissent en mars-avril et se manifestent sous forme de petites pustules, de protubérances, de couleur noirâtre. Elles sont généralement très nombreuses et leur taille se situe entre 1 et 2 millimètres (fig. 28, 29).

b) *Coupe (fig. 30).*

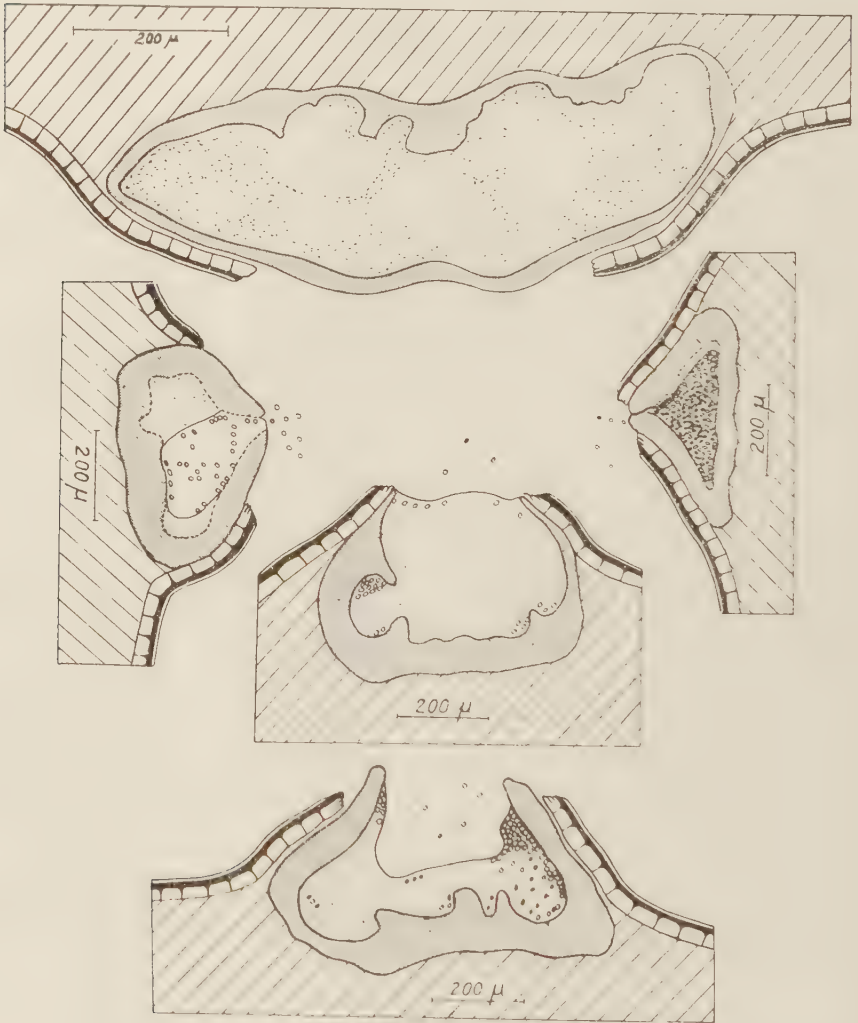


FIG. 30. — Pycnides de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.



(Grandeur nature.)

FIG. 28. — Rameau de *Populus* $\times$ *euramericana* cv. 'robusta' portant de nombreuses pycnides de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.



(X 20)



(X 20)

FIG. 29. — Pycnides de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

2° Pycniospores.

Les pycniospores sont ovoïdes, hyalines et mesurent $10-13 \times 7,5-10 \mu$ (fig. 31).

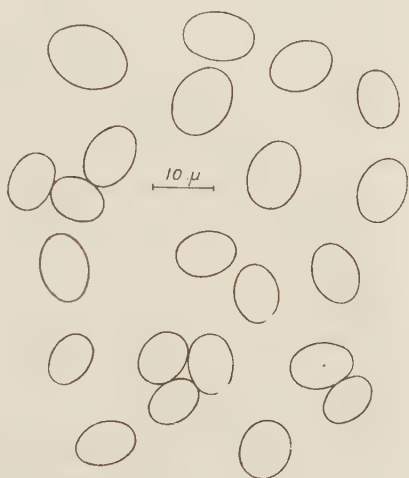


FIG. 31. — Pycniospores de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

Ces dimensions correspondent aux dimensions moyennes, mais, par de nombreuses mensurations, nous avons trouvé pour longueur maxima $15,2 \mu$, et pour longueur minima 6μ ; en ce qui concerne la largeur, le maxima a été de $10,8 \mu$ et le minima de $3,8 \mu$.

Selon Saccardo (Syllog. Fung.) il existerait deux espèces de *Dothichiza* vivant sur le Peuplier : *Dothichiza populea*, dont il vient d'être question, et *Dothichiza populina* Sacc. à spores plus petites ($8 \times 3 \mu$). Plusieurs séries de mensurations réalisées sur des échantillons de provenance très diverse (France, Pays-Bas, Belgique, Allemagne...) sont conformes à la diagnose de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard. Une telle constatation, renouvelée en des stations très variées, fait qu'il est très difficile d'admettre la validité de *Dothichiza populina* Sacc., dont le caractère distinctif essentiel d'ordre biométrique n'est qu'apparent, les dimensions des spores de ce *Dothichiza* pouvant être comprises dans celles établies pour le *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

3° Mycélium.

Le mycélium est le plus souvent intercellulaire, mais on le rencontre aussi fréquemment dans les vaisseaux du bois particulièrement favorable pour son cheminement (qui s'effectue principalement pendant la période d'arrêt de la végétation).

Ce mycélium est grêle, hyalin, ramifié, régulièrement cloisonné. Il renferme quelques inclusions et a de 2 à 3 μ de large.

5° LE PARASITE EN CULTURE

Description des cultures.

Le développement mycélien est très variable suivant le milieu de culture. Les milieux à base de **malt**, d'**orge**, de **carotte** sont ceux qui donnent les meilleurs résultats. Ils ont été expérimentés en boîte de Pétri (fig. 32 et 33).

Sur un **milieu gélosé à base de carotte**, le mycélium se développe de façon régulière, avec un développement égal suivant les différents diamètres. Le mycélium est dense, fortement accroché au substrat qui lui est fourni et l'on trouve de très nombreux filaments mycéliens enfoncés dans le milieu. On peut noter sur un tel milieu la formation de pycnides au bout de deux à trois mois. Ces pycnides prennent naissance quand le mycélium arrive à la périphérie de la boîte; on observe la formation de protubérances mycéliennes blanchâtres au sein desquelles se forment les pycnides. Signalons encore que le mycélium n'est pas aérien et ne s'élève pas à plus de 1 millimètre, 1,5 mm sur de telles cultures.

Sur **milieu gélosé à base d'orge**, le mycélium croît avec une vigueur assez faible; on observe sur une zone concentrique, à une certaine distance du point d'ensemencement, un développement plus abondant et « aérien » du mycélium; mais, ailleurs, le mycélium est peu dense, plaqué contre son substratum.

Sur **milieu gélosé à base de malt**, le mycélium se développe bien, mais fort irrégulièrement en produisant des digitations selon une direction quelconque. Le mycélium est vigoureux, abondant, et se développe de façon « aérienne ».

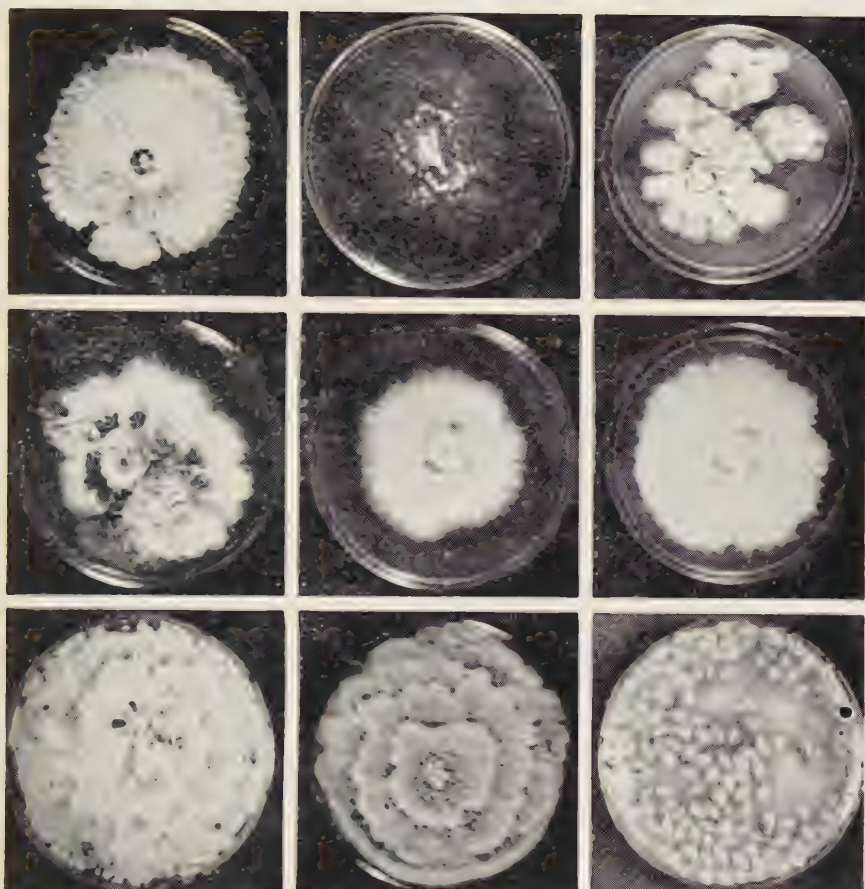
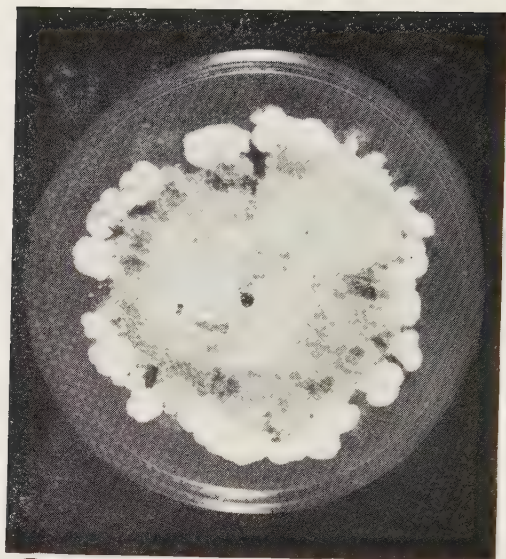


FIG. 32. — Cultures de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard sur différents milieux.

Carotte
Orge + Carotte
Orge + grains

Orge
Czapeck
Orge + grains

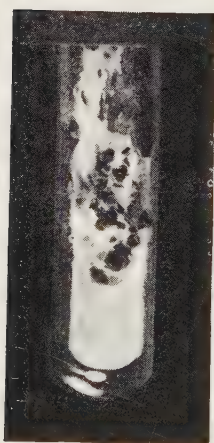
Malt
Sabouraud
Orge + grains
(Face inférieure : On note
la présence de pycnides sur
le pourtour de la boîte de
Pétri.)



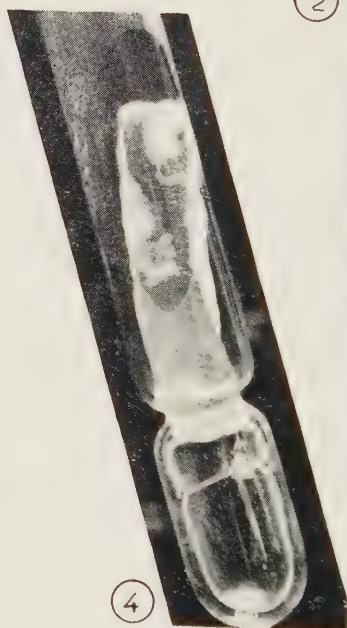
①



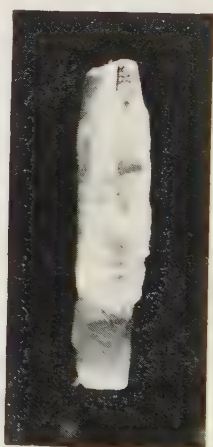
②



③



④



⑤

FIG. 33. Différents aspects de la culture de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

- 1 : Culture âgée sur milieu gélosé à base de carotte (on note la formation de pycnides sur le pourtour de la boîte de Pétri).
- 2 : Culture sur branchettes de Peuplier fichées dans un milieu gélosé nutritif (on observe la formation de nombreuses pycnides).
- 3 : Ancienne culture sur Czapeck (on observe les pycnides noirâtres).
- 4, 5 : Mycélium sur tranche de carotte.

Le milieu gélosé orge + carotte, permet un bon développement mycélien, sans que l'on ait toutefois un fort développement « aérien »; la pousse n'est pas régulière dans toutes les directions, mais sur un tel milieu, on peut obtenir assez rapidement — deux mois — des pycnides.

Un des milieux qui donne le meilleur résultat pour le développement mycélien, est celui à base d'orge, dans lequel sont inclus les grains d'orge. En plus des éléments nutritifs que trouve le mycélium par suite de la présence de ces grains, il rencontre également un substrat physique qui est particulièrement favorable au développement. Nous observons à la surface d'un tel milieu une prolifération mycélienne qui manifeste des ondes de croissance concentriques. Le mycélium est vigoureux, dense, aérien et de nombreuses pycnides se forment dans toute la masse; on observe la présence de gouttelettes aqueuses brillantes au niveau de ces pycnides.

Sur milieu de Czapeck la croissance est fort semblable à celle que l'on observe sur milieu gélosé à base de carotte, mais le développement mycélien est moins vigoureux que sur ce milieu. De plus, sur milieu de Czapeck, nous n'avons pas observé la formation de pycnides.

Sur milieu de Sabouraud, la croissance mycélienne s'apparente encore à la croissance observée sur milieu gélosé à base de carotte. Il est à noter qu'il n'a pas été observé de formation de pycnides sur ce milieu.

Pour les cultures réalisées sur carotte en tube étranglé, un gazonnement mycélien dense ne tarde pas à recouvrir le morceau de carotte en un laps de temps assez court; au bout de quelques semaines, des zones gris noirâtre ne tardent pas à apparaître sur la culture qui se dessèche progressivement.

Chapitre II

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DU PARASITE

A) EXPÉRIMENTATION AU LABORATOIRE

1^o MODE DE GERMINATION DES SPORES

Le mode de germination des spores a été suivi en cellule de Van Tieghem (fig. 34) :

- dans une goutte d'eau (eau de pluie),
- sur films gélosés de différents milieux (malt-agar, orge, carotte, Czapeck, Sabouraud).

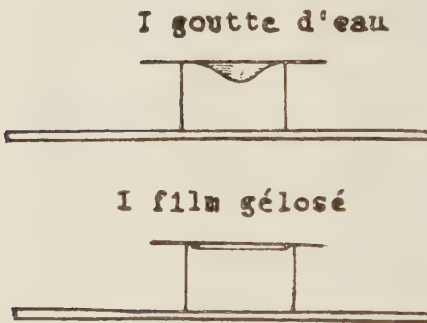


FIG. 34.

Cellules de Van Tieghem permettant d'observer la germination des spores.

Des précautions rigoureuses d'aseptie doivent être suivies pour éviter toute contamination lors de la mise en route de l'expérimentation.

L'émission du tube germinatif se fait en règle générale par l'extrémité apicale de la spore. Certaines spores — 1 à 2 p. 100 — sur milieu à base de malt ou de carotte, manifestent, au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, l'émission

d'un deuxième tube par l'extrémité basale. La germination latérale est exceptionnelle.

Le tube commence à apparaître au bout de trois heures sur film gélosé à base de carotte, au bout de quatre heures sur malt, orge, Czapeck, Sabouraud et après dix à douze heures dans l'eau. Ceci s'entend pour une expérimentation réalisée à une température voisine de 18° C.



FIG. 35. — Germination des spores de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard,



FIG. 36. — Aspect des tubes germinatifs après un certain temps de mise en germination.

Le filament mycélien est grêle, hyalin, de 2,5 à 3 μ de large, à paroi lisse; il se cloisonne assez rapidement (fig. 35 et 36).

2° INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LA GERMINATION DES SPORES ET LE DÉVELOPPEMENT MYCÉLIEN

De nombreux auteurs se sont préoccupés de l'influence de la température sur la germination des spores et le développement mycélien de divers champignons.

A. Ames (1915) a observé un bon développement de *Monilia fructigena* Pers. et de *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. à des températures de 1° C; une température de 3° C convenait parfaitement pour l'expansion de *Rhizopus nigricans* Ehr.

C. Brooks et J. S. Cooley (1917) ont montré que certains champignons provoquant des altérations sur les fruits, tels *Botrytis cinerea* Pers. et *Penicillium expansum* Lk. peuvent se développer parfaitement à des températures voisines de 0° C.

R. Hull (1939) a noté une germination plus régulière et plus rapide des ascospores de *Byssoschlamys fulva* Olliver et Smith lorsque ces dernières ont été soumises pendant quelques minutes à une température de 70° C.

L. Hawker (1950) étudiant l'effet de la température sur la germination des spores de *Botrytis cinerea* Pers., de *Fusarium fructigenum* Fr. et de *Cunninghamella elegans* Lendner, a constaté un maximum de développement :

- entre 20-25° C pour le *Botrytis* et le *Fusarium*,
- aux environs de 35° C pour le *Cunninghamella*.

La température ayant une influence des plus grandes sur la germination des spores et le développement des filaments germinatifs, nous avons été amenés à considérer l'influence de ce facteur sur la biologie du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

a) Conditions de l'essai.

La germination a été suivie sur film gélosé à base de différents milieux nutritifs : carotte, orge, czapeck.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DU MILIEU SUR LE POURCENTAGE DE GERMINATION,
ET LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

CAROTTE	CZAPECK	ORGE	EAU	TEMPS (heures)	TEMPÉ- RATURE (degrés)
Germination : 20 % Tubes de 40 μ à 100 μ	Germination : 5 % Tubes de 2 μ	Germination : 5 % Tubes de 20 μ	Germination : 2 % Tubes de 2 μ	48	3
Germination : 20 % Tubes de 120 μ	Germination : 5 % Tubes de 2 à 4 μ	Germination : 15 % Tubes de 40 μ	Germination : 2 % Tubes de 4 μ	72	
Germination : 20 % Tubes de 20 μ	Germination : 10 %	Germination : 2 %	Pas de germination	24	
Germination : 30 % Tubes de 60 μ	Germination : 10 % Tubes de 10 μ	Germination : 4 % Tubes de 6 μ à 10 μ	Germination : 1 %	48	7
Germination : 30 % Tubes de 120 μ à 140 μ	Germination : 10 % Tubes de 12 μ	Germination : 4 % Tubes de 15 μ	Germination : 2 % Tubes de 4 μ	72	
Germination : 7 % Tubes de 10 μ à 30 μ	Germination : 2 %	Germination : 2 %	Pas de germination	6	16
Germination : 20 % Tubes de 80 μ à 100 μ ramifiés, cloisonnés	Germination : 10 % Tubes de 80 μ à 100 μ	Germination : 5 % Tubes de 10 μ à 30 μ	Germination : 10 % Tubes de 80 μ à 140 μ	24	
Germination : 40 % Tubes de 400 μ à 600 μ	Germination : 15 % Tubes de 100 μ à 140 μ	Germination : 10 % Tubes de 30 μ à 60 μ ramifiés	Germination : 20 % Tubes de 400 μ à 600 μ non ramifiés	48	
Ramifications faisant de 100 μ à 200 μ	de Certains ramifiés				
Germination : 40 % Ramifications de 400 μ à 600 μ , 4 à 6 ramifications par tube	Germination : 15 % Ramifications de 120 μ , 2 à 3 ramifications par tube	Germination : 10 % Ramifications de 10 μ , 2 à 4 par tube	Ne pousse plus	72	

Germination : 5 %	Germination : 6 %	Germination : 5 %	4
Germination : 50 % Tubes de 200 μ	Germination : 30 % Tubes de 140 μ rami- fiés	Germination : 25 % Tubes de 100 μ	18
Germination : 50 % Tubes ramifiés, cloisonnés de 400 μ	Germination : 30 % Tubes de 200 μ	Germination : 25 % Tubes de 180 μ courts, ramifiés	24
Germination : 50 % Tubes de 800 μ à 1 200 μ	Germination : 30 % Tubes de 240 μ	Germination : 25 % Tubes de 200 μ	21
Ramifications de 200 à 400 μ	Ramifications de 80 μ à 100 μ	Ramifications de 40 μ à 80 μ	48
Germination : 50 % Tubes de 1 200 μ Ramifications de 400 μ	Germination : 30 % Ramifications très denses de 100 μ	Germination : 25 % Ramifications de 10 μ	72

La concentration en spores utilisée a été dans tous les cas de l'ordre de 1.000 à 2.000 au millimètre cube.

Six répétitions ont été réalisées dans tous les cas et nous avons expérimenté à 3, 7, 16 et 21° C. Nous avons étudié également l'effet de températures élevées jusqu'à obtention de la mort des spores. L'expérimentation a été conduite à 30, 34, 38 et 40° C pour ces « hautes températures », sur film gélosé à base de carotte.

b) *Résultats.*

Dans ce tableau, nous nous sommes limités aux températures que nous avons le plus de chances de rencontrer dans la nature et nous n'avons pas mentionné les « hautes températures ».

En ce qui concerne les essais réalisés à ces « hautes températures » :

1° A 30° C, nous constatons un optimum de germination avec 95 p. 100 en six heures; par contre, à cette température, on note un ralentissement de développement mycélien.

2° A 34° C, la germination est encore de 80 p. 100 en six heures, mais on note un net ralentissement en ce qui concerne le développement des filaments germinatifs.

3° A 38° C, la température est trop élevée pour permettre une bonne germination. Au bout de vingt-quatre heures, nous observons seulement 4 p. 100 de germination se limitant à l'apparition d'une légère protubérance sur la spore.

Pour la germination la température de 35° semble être le maximum supporté.

4° A 40° C, les spores sont tuées et même en les ramenant ultérieurement à une température normale, nous n'avons aucune germination.

c) *Conclusions.*

De 3° à 30° C se manifeste un pourcentage de germination appréciable et une croissance mycélienne nette.

1° En ce qui concerne le pourcentage de germination. — Pour l'établissement de ces courbes, nous avons observé au bout de six, vingt-quatre, quarante-huit et soixante-douze heures de mise en

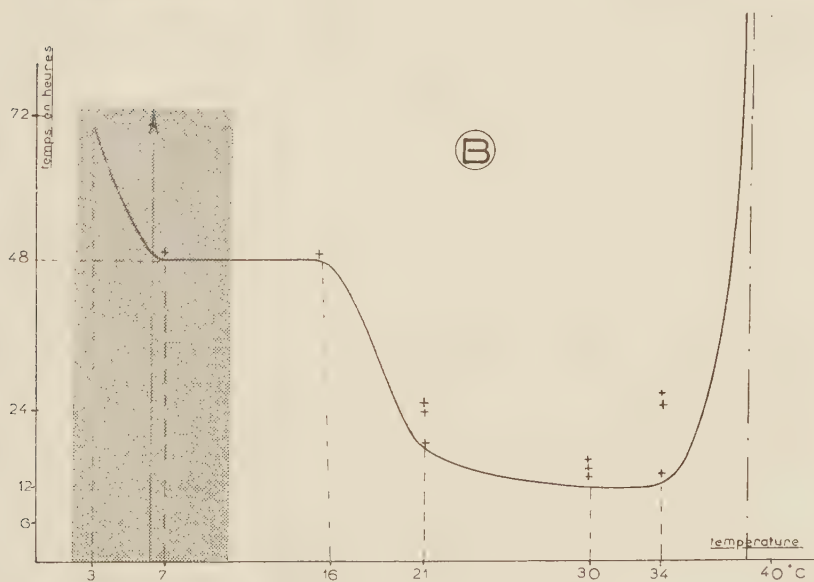
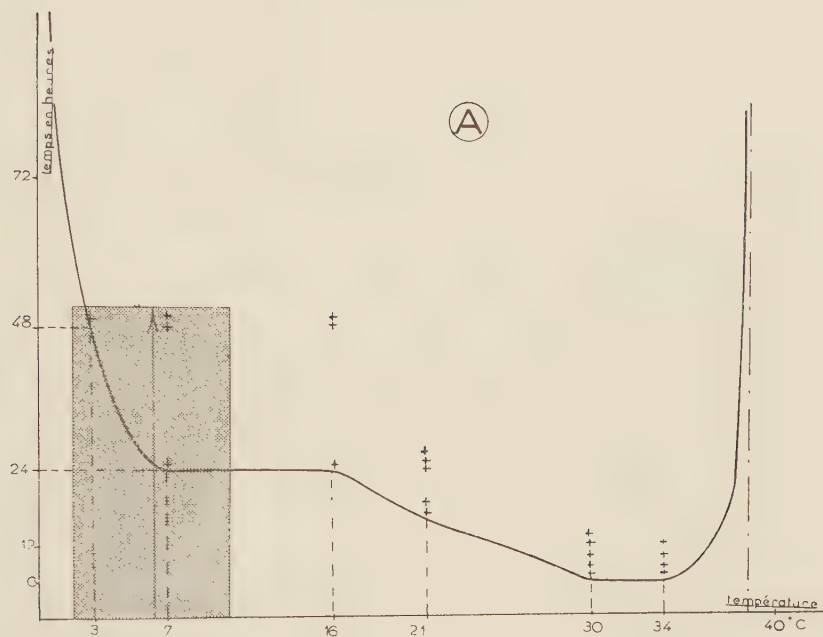


FIG. 37. — (A et B).

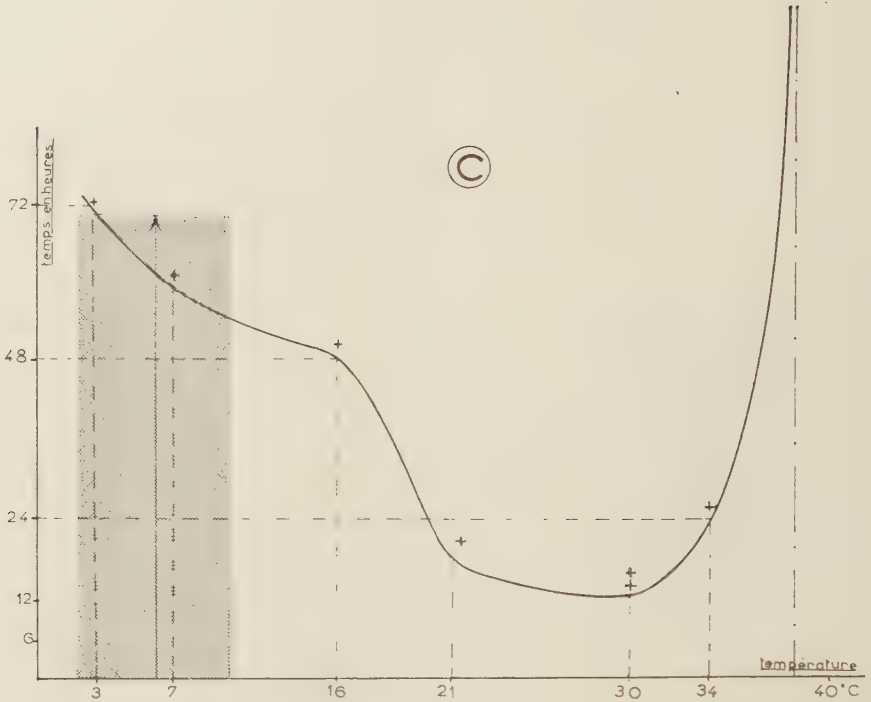


FIG. 37. — (C) Temps de germination de 20 p. 100 (au minimum) des spores de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

- A : sur milieu gélosé à base de carotte;
 B : sur milieu de Czapeck;
 C : sur milieu gélosé à base d'orge.

culture et mentionné à partir de quel moment on avait un pourcentage de germination égal au moins à 20 p. 100. Les croix mentionnées sur le graphique correspondent chacune à une germination de 20 p. 100. Par exemple, la germination étant suivie sur un milieu à base de carotte, on a observé un pourcentage de germination de 20 p. 100 au bout de vingt-quatre heures et de 40 p. 100 au bout de quarante-huit heures à la température de 7°, un pourcentage de germination de 20 p. 100 des spores au bout de quarante-huit heures à la température de 3° C (fig. 37).

Sur milieu **carotte**, l'optimum de germination est obtenu pour une température variant de 21 à 34° C, mais même aux températures relativement basses (en grisé sur le graphique) qui sont celles que

l'on rencontre le plus fréquemment pendant la période de production des spores et la période favorable pour les infections, on note un pourcentage de germination très appréciable en un laps de temps assez court.

Sur milieu de **Czapeck**, le maximum de germination se situe pour des températures oscillant encore entre 21 et 34° C et la germination est notable pour des températures plus basses.

Les températures les plus favorables sont encore les mêmes pour des cultures réalisées sur milieu à base d'**orge**, et nous pouvons faire les mêmes remarques pour les températures fin hiver, début printemps (en grisé sur le graphique).

D'une manière générale, la germination est très nettement freinée au-dessus de 34° C et au-dessous de 2° C. Le pourcentage de germination le plus élevé se manifeste sur le milieu gélosé à base de carotte, puis, sur le milieu de Czapeck, et enfin sur milieu gélosé à base d'orge.

2° En ce qui concerne la **longueur des tubes germinatifs**. — Nous avons noté la longueur des filaments à un temps donné, à différentes températures et sur différents milieux. Sur les trois milieux (orge, carotte, Czapeck), nous obtenons un optimum pour la longueur des filaments à la température de 21° C, mais le développement reste notable entre 3 et 34° C, pour devenir presque nul en dehors de ces limites (fig. 38).

Le milieu gélosé à base de carotte est celui qui convient le mieux pour la croissance, puis le milieu de Czapeck, et enfin le milieu gélosé à base d'orge.

d) *Remarque.*

Au cours de la période particulièrement favorable pour la réussite des inoculations (c'est-à-dire pour l'installation et le début de développement de la maladie), période qui correspond à celle d'arrêt de la végétation, nous avons noté dans les trois postes météorologiques de Noyon, Chevières, Saint-Gobain, les températures suivantes :

Moyenne des minima	+	2°
Moyenne des moyennes	+	6°
Moyenne des maxima	:	10°

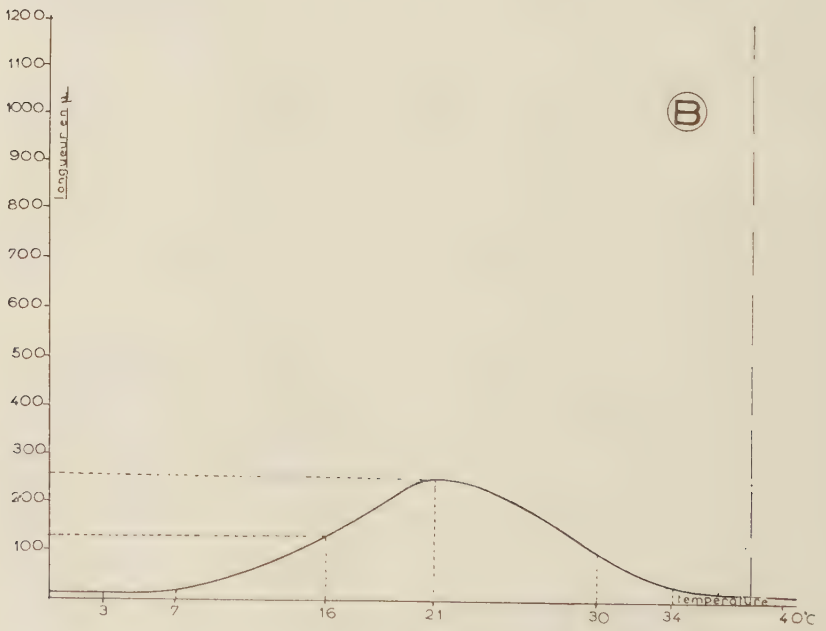
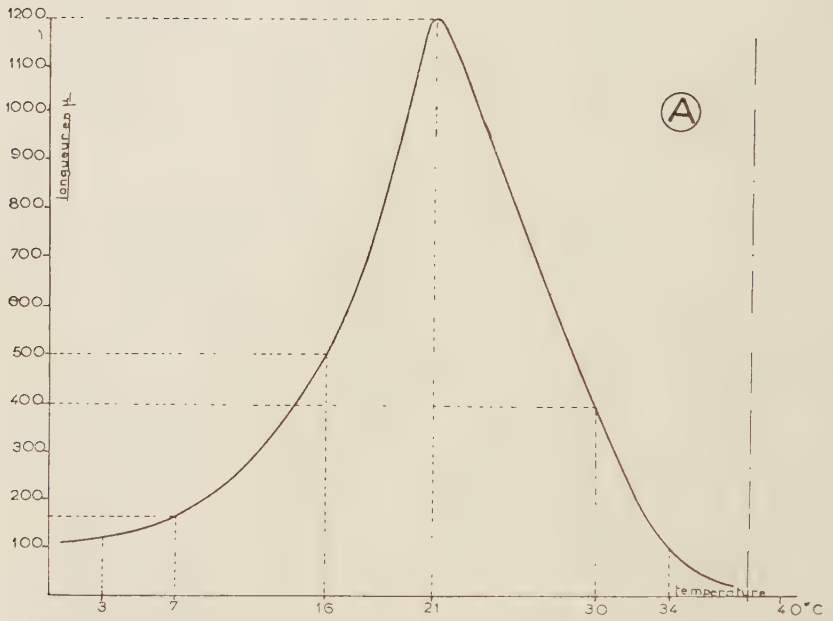


FIG. 38.



Fig. 38. — Longueur des tubes germinatifs de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard en 72 h.

- A : sur milieu gélosé à base de carotte;
 B : sur milieu de Czapeck;
 C : sur milieu gélosé à base d'orge.

L'expérimentation réalisée au Laboratoire nous a montré que des températures de cet ordre sont amplement suffisantes pour permettre un bon pourcentage de germination et une croissance mycélienne nette.

Sans tomber dans le finalisme, nous insistons sur la grande souplesse qui existe dans la faculté de germination des spores. La présence quasi constante de spores s'ajoute à cela pour expliquer les énormes possibilités d'infection naturelle. On peut établir une corrélation facile entre les conditions d'infection naturelles et le déclenchement de la germination des spores de *Dothichiza* qui conduit à l'infection du végétal.

Notons que l'évolution de la maladie se poursuit en avril, mai, juin, juillet, août. A ce moment-là, le parasite trouve des conditions de température particulièrement favorables pour la prolifération

mycélienne, et c'est précisément au cours de ces mois de l'année que l'on observe d'une manière fort nette l'extension et l'évolution de la maladie.

3° INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN SPORES SUR LA GERMINATION

Wilson (1937), étudiant l'effet du *Botrytis cinerea* Pers. sur la fève, a reconnu des différences dans l'agressivité du champignon suivant que l'inoculation était faite avec une suspension renfermant une concentration faible ou forte de spores.

Dans le cas de la carie du blé, *Tilletia caries* (DC.) Tul., celle-ci se manifeste sur la variété Club quand 100 spores sont au contact du grain (Club est donc une variété sensible), mais elle ne se réalise pas sur Marquis (variété résistante); pour que cette variété soit atteinte, il faut entre 500 et 5.000 spores par grain.

On peut envisager qu'un effet cumulatif est nécessaire pour qu'une bonne germination des spores se réalise. On admet que pour la maladie verruqueuse de la pomme de terre, 200 zygosporanges sont nécessaires pour que la maladie puisse se développer; pour certaines maladies bactériennes, la présence de zoogléées entières est nécessaire.

Nous n'avons pas envisagé l'influence de la concentration sur la plus ou moins grande réussite des inoculations en nature, mais nous avons cherché à voir au Laboratoire quels étaient les effets de différentes concentrations en spores sur les pourcentages de germination, ainsi que sur le développement des tubes germinatifs.

a) Conditions de l'essai.

La germination a été suivie toujours en cellule de Van Tieghem sur film gélosé à base de carotte.

La température de l'expérimentation a été de 21° C et les concentrations utilisées de 500, 1.000, 2.500, 10.000 spores au millimètre cube (ces concentrations peuvent paraître assez faibles, mais n'oublions pas que les spores de *Dothichiza* sont de taille relativement importante : $10-13 \times 7,5-10 \mu$ et occupent à ces concentrations une part importante du volume).

b) Résultats: Tableau ci-contre.

INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN SPORES SUR LE POURCENTAGE DE GERMINATION
ET LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

	500 mm ³	1 000 mm ³	2 500 mm ³	10 000 mm ³
	% de germination: 90 %	70 %	30 %	20 %
	<i>L. des tubes germinatifs:</i>			
21 h	2 à 400 μ 40 % de tubes rami- fiés 4 à 10 ramifications par spores	2 à 400 μ 30 % de tubes rami- fiés 3 à 6 ramifications par spores	150 à 200 μ 10 % de tubes rami- fiés 1 à 2 ramifications	100 à 150 μ
	% de germination: 90 %	75 %	35 %	20 %
	<i>L. des tubes germinatifs:</i>			
48 h	6 à 1 200 μ Ramifications de 400 μ	5 à 1 100 μ Ramifications de 2 à 300 μ (plus denses et plus courtes qu'à 500 mm ³)	6 à 800 μ Peu de ramifica- tions	5 à 600 μ Peu de ramifica- tions.
	% de germination: 90 %	78 %	35 %	20 %
	<i>L. des tubes germinatifs:</i>			
72 h	1 500 à 2 000 μ Ramifications de 4 à 600 μ	1 500 à 2 000 μ Ramifications de 500 μ	1 000 μ tubes serpenti- formes	1 000 μ tubes serpenti- formes.

c) *Conclusions.*

Le pourcentage de germination diminue fortement en fonction de l'augmentation de la concentration. La longueur des tubes germinatifs diminue également avec cette augmentation de la concentration (fig. 39).

Il faut une quantité minimum de milieu nutritif pour que les spores puissent germer et donner des tubes germinatifs bien développés. Aux faibles concentrations en spores, chacune de ces spores trouve de bonnes conditions pour se développer d'où les résultats favorables obtenus.

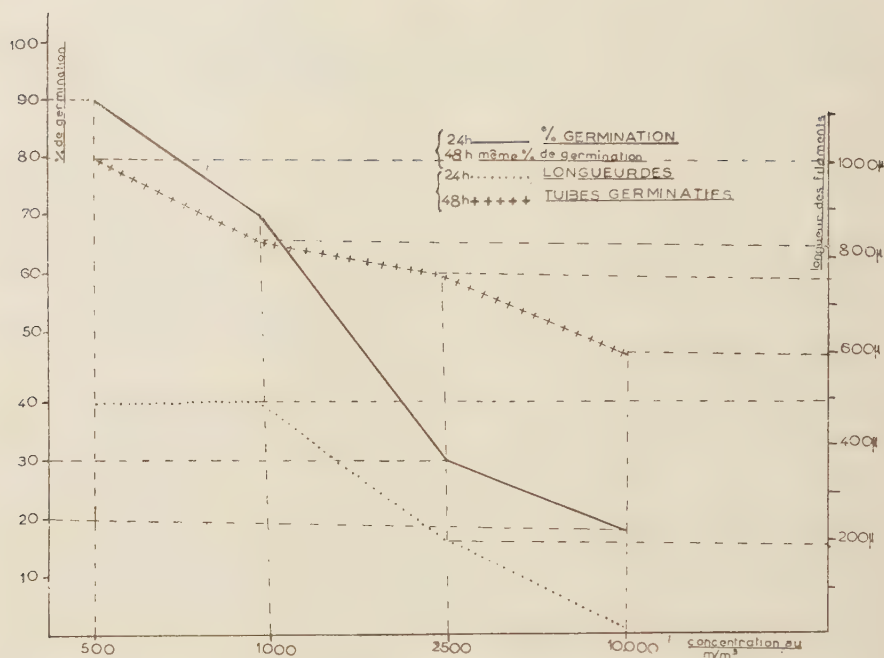


FIG. 39. — Influence de la concentration en spores sur le pourcentage de germination et le développement des tubes germinatifs.

On peut supposer que, dans la nature, l'infection n'est pas réalisée souvent par un nombre important de spores en un même point; dans ces conditions les spores sont dans des conditions optimales pour avoir un bon développement.

4° INFLUENCE DE LA LUMIÈRE SUR LA GERMINATION DES SPORES ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

Beaucoup de champignons germent aussi rapidement à la lumière qu'à l'obscurité.

Cependant, dans certains cas, la lumière stimule la germination des spores. Neergaard (1941) a observé cet effet stimulant sur les spores d'*Alternaria oleracea* Milbraith.

La qualité de la lumière joue également sur la germination des spores.

V. W. Cochrane (1945) a étudié le pourcentage de germination d'urédospores de *Phragmidium mucronatum* (Fr.) Schlecht, exposées les unes à la lumière artificielle, les autres à la lumière naturelle. Les observations ont été faites au bout de trois, six et vingt-quatre heures et ont montré un pourcentage de germination de 85 p. 100 — 92,9 p. 100 — 93,7 p. 100 pour l'expérimentation réalisée à la lumière naturelle, et de 7 p. 100 — 28,6 p. 100 — 42,2 p. 100 pour l'étude réalisée à la lumière artificielle.

Les différentes radiations composant la lumière blanche peuvent avoir une influence variable sur la germination des spores et le devenir du mycélium. Des essais ont été réalisés avec les rayons ultra-violets, et ces essais ont permis de voir que ces radiations sont destructrices pour les champignons; ces essais ont été réalisés par W. A. R. Dillon Weston en 1932. Le même auteur reprenant l'étude de la germination des urédospores de *Puccinia graminis* Pers. sous l'influence de différentes radiations, est arrivé à la conclusion que la germination est meilleure à la lumière verte qu'à la lumière bleue; la lumière jaune et la lumière rouge inhibent la germination des spores.

a) Conditions de l'essai.

La germination a été suivie sur film gélosé à base de carotte en cellule de Van Tieghem.

La concentration en spores utilisée a, dans tous les cas, été de l'ordre de 500 spores au millimètre cube. Six répétitions ont été réalisées pour chacune des conditions, et tous les essais ont été faits à la température de 20° C environ.

Les conditions ont été les suivantes :

— obscurité continue,

— alternance jour-nuit (l'essai a été fait au cours du mois de mai 1955),

— lumière continue (obtenue à l'aide d'un phytorel).

Appareillage nous ayant donné une **lumière continue**.

Cette lumière a été fournie par des lampes fluorescentes spéciales Phytor I CRHlg dont les caractéristiques du point de vue efficacité sont consignées sur la figure 40. Ces lampes sont groupées par ensemble de 4 unités éclairantes Phytor I avec leurs réflecteurs

entre lesquels un espace de 1 centimètre environ est ménagé pour la circulation de l'air. Cet ensemble dénommé *Phytorel* peut être très facilement manipulé.

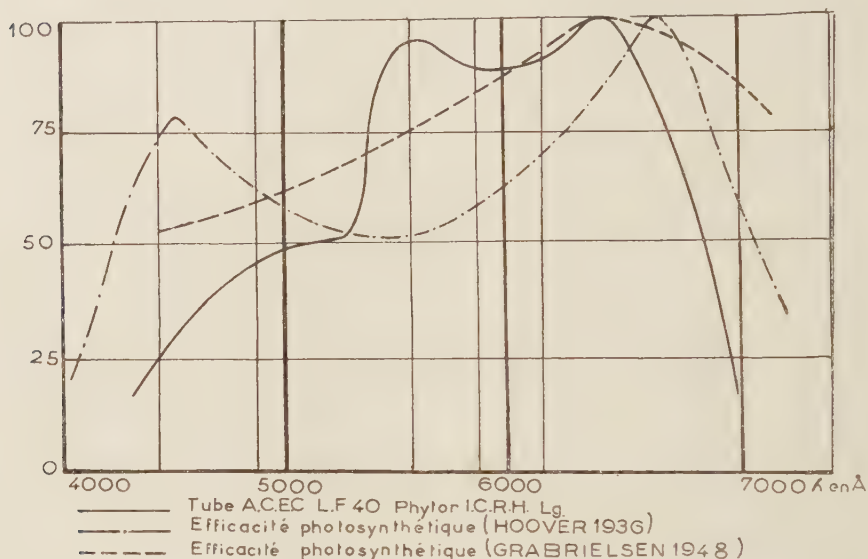


FIG. 40. — Diagramme indiquant les caractéristiques de l'appareillage ayant fourni une lumière continue (ensemble dénommé « *Phytorel* »).

b) *Résultats*: Tableau ci-contre.

c) *Conclusion*.

1° **Pourcentage de germination.** — Le pourcentage de germination est nettement plus élevé pour les spores germant à l'obscurité que pour les spores soumises à un éclairage continu ou celles soumises à une alternance jour-nuit. L'éclairage continu semble être le plus défavorable (fig. 41).

2° **Longueur des tubes germinatifs.** — Les tubes germinatifs sont très longs pour les spores germant à l'obscurité où nous en obtenons souvent allant jusqu'à 1.200 μ au bout de soixante-douze heures, alors qu'à la lumière, ou à l'alternance jour-nuit, ils ne dépassent pas, au bout du même temps, une longueur de 200 μ .

INFLUENCE DE LA LUMIÈRE SUR LA GERMINATION DES SPORES
ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

TEMPS EN HEURES		6	24	48	72
Jour et nuit	% de germination :	1 %	20 %	30 %	60 %
	Longueur des tubes germinatifs :	3 à 6 μ	15 à 40 μ m : 20 μ	Tubes cloisonnés, fili- formes à ramifica- tions rapprochées 30 à 100 μ m : 50 μ	Tubes cloisonnés, fili- formes à ramifica- tions rapprochées 100 à 200 μ m : 120 μ
	% de germination :	2 %	10 %	30 %	45 %
Jour	Longueur des tubes germinatifs :	3 à 6 μ	Tubes cloisonnés à rami- fications rapprochées	Tubes cloisonnés à rami- fications rapprochées 40 à 100 μ	Tubes cloisonnés à rami- fications rapprochées 100 à 200 μ
	% de germination :	3 %	25 %	40 %	80 %
Nuit	Longueur des tubes germinatifs :	4 à 6 μ	Tubes filiformes 80 à 120 μ m : 100 μ	Tubes filiformes à ramifications lîches 400 à 600 μ m : 500 μ	Tubes filiformes à ramifications lîches qui envahissent le milieu 1 200 μ

L'obscurité est donc la condition la plus favorable, aussi bien pour le pourcentage de germination que pour la rapidité de développement des filaments mycéliens. La période où les inoculations

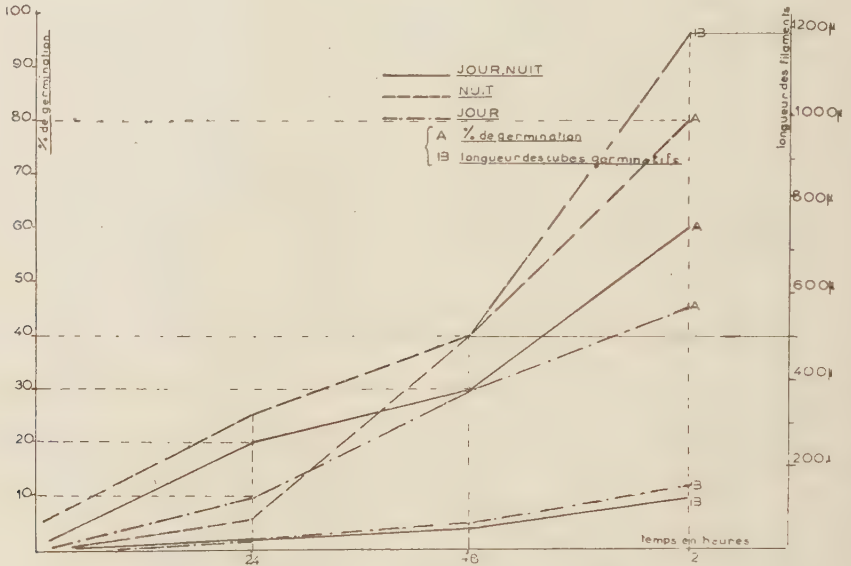


Fig. 41. — Influence de la lumière sur la germination des spores et sur le développement des tubes germinatifs.

et où l'infection se réalise le mieux est la période d'octobre à mars, avec un pourcentage de réussite le plus élevé d'octobre à janvier. C'est au cours de cette période que les jours sont courts et le manque de lumière lors de cette période est un des facteurs influant sur la bonne réussite des infections.

5° INFLUENCE DU VIEILLISSEMENT DES SPORES SUR LEUR GERMINATION ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

a) Conditions de l'essai.

Ici encore la germination a été suivie sur film gélosé à base de carotte en cellule de Van Tieghem.

Nous avons récolté en nature des spores de *Dothichiza*, en juin-juillet. Ces spores ont été mises à germer immédiatement; un autre lot de spores de même origine a été conservé jusqu'en septembre-octobre et mis à germer à ce moment-là. Nous avons cherché à voir s'il y avait des différences entre la germination de ces spores plus ou moins âgées — en juin-juillet ces spores venaient d'être émises — et la longueur des tubes germinatifs produits.

La concentration des spores utilisée a été de l'ordre de 500 au millimètre cube. L'expérimentation a été réalisée avec l'alternance normale jour-nuit, la température de l'essai était de 20° C et 6 répétitions ont été faites pour chacune des séries.

b) *Résultats :*

INFLUENCE DU VIEILLISSEMENT DES SPORES SUR LEUR GERMINATION
ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

Spores de juillet 1956

TEMPS EN HEURES	MISES A GERMER EN JUILLET 1956	MISES A GERMER EN SEPTEMBRE 1956
6	% de germination : 40 %	1 %
	Longueur des tubes germinatifs : 6 à 12 μ	2 à 4 μ
24	% de germination : 70 %	15 à 30 %
	Longueur des tubes germinatifs : 12 à 24 μ	20 à 40 μ
48	% de germination : 75 %	30 %
	Longueur des tubes germinatifs : 20 à 70 μ	80 à 100 μ
72	% de germination : 85 %	60 %
	Longueur des tubes germinatifs : 48 à 120 μ	120 à 240 μ

c) *Conclusions.*

1^o **Pourcentage de germination.** — Les spores mises à germer dès leur production ont un pourcentage de germination assez élevé qui atteint près de 90 p. 100 au bout de soixante-douze heures, contre 60 p. 100 pour les spores mises à germer après vieillissement.

2^o **Longueur des tubes germinatifs.** — Par contre, en ce qui concerne la longueur des tubes germinatifs, nous obtenons un tube de 240 μ avec les spores « vieilles » alors que nous n'obtenons qu'un tube de 120 μ avec les spores mises à germer dès leur production (ceci au bout de 72 heures de mise en germination). L'infection et le développement de la maladie se produisent rapidement avec les spores ayant acquis une certaine maturité. Si le pourcentage de germination est moindre avec ces anciennes spores, il est néanmoins largement suffisant pour réaliser l'infection.

Aux périodes les plus favorables du point de vue réceptivité de l'arbre — période qui se situe d'octobre à mars — nous avons dans l'atmosphère des spores peut-être en moins grand nombre qu'au printemps-début été, mais nous avons des spores ayant une certaine maturité, et comme nous venons de le voir, produisant en un même laps de temps des tubes germinatifs plus longs que ceux émis par des spores jeunes. Ce résultat expérimental est un point de plus contribuant à expliquer le développement de l'infection particulièrement rapide à partir du mois d'octobre.

Signalons en outre qu'après mise en germination des spores ayant plus d'un an de vieillissement; nous avons obtenu des résultats assez variables en ce qui concerne le pourcentage de germination suivant l'échantillon d'origine : ce pourcentage a varié de 20 à 80 p. 100 au bout de soixante-douze heures. Mais, dans tous les cas, nous avons obtenu avec ces vieilles spores des tubes germinatifs beaucoup plus longs que ceux obtenus au cours de l'essai précédent : certains de ces tubes ont atteint en soixante-douze heures la taille de 1.000 μ .

6° INFLUENCE DU pH SUR LA GERMINATION DES SPORES

a) Conditions de l'essai.

L'essai a été réalisé en cellule de Van Tieghem. Les spores de *Dothichiza* ont été mises à germer dans des gouttes d'eau amenées à un certain pH par apport de substances appropriées. C'est le tampon universel de Britton et Robinson qui nous a servi pour obtenir les pH désirés. les pH utilisés ont été les suivants : 1,9 — 2,4 — 3,6 — 5 — 6,1 — 6,3 — 7 — 7,5 — 8 — 9 (dans l'étude consacrée au *Fusarium avenaceum* (Fr.) Pers. nous exposons en détail le mode opératoire employé pour obtenir ces pH, nous n'insisterons pas ici sur ce point).

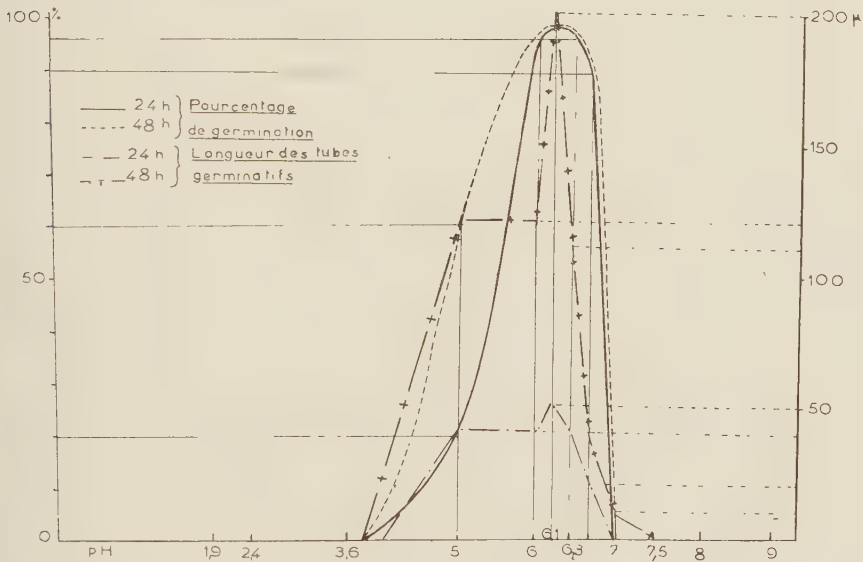


FIG. 42. — Influence du pH sur la germination des spores de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard et sur le développement des tubes germinatifs.

b) Résultats. — (fig. 42).

Il ressort de l'expérimentation que les spores de *Dothichiza* ne peuvent germer que dans des limites de pH assez étroites (de pH 4 à pH 7). Un pH voisin de 6,1 représente l'optimum pour la

germination. Remarquons que les pH les plus favorables pour la germination des spores sont également les plus propices pour le développement des tubes germinatifs.

7° LONGÉVITÉ DES SPORES

Divers auteurs se sont préoccupés de savoir quelle était la longévité de certains champignons.

Mc Créa (1923) a pu observer la germination de spores d'*Aspergillus oryzae* Wehm. après une conservation d'une durée de vingt années en culture.

Smith (1929) a obtenu au bout de trente ans la reprise de souches de *Physarum cinereum* (Batsch) Pers., de *Fuligo septica* Gmel., ainsi que de divers *Myxomycètes*.

Mais dans bien des cas, la période de viabilité des spores est très courte.

Spaulding (1922) mentionne que des sporidies de *Cronartium ribicola* Dietr. ont une viabilité qui ne dépasse pas dix minutes à la température ambiante, l'humidité se situant aux environs de 90 p. 100

Lilly et Barnett (1951) ont noté que les sporidies de *Gymnosporangium juniperi-virginianae* Schw. ne vivent pas plus de six jours à l'air libre.

Nous ne pouvons donner de grandes précisions à ce sujet, car nous n'avons pu faire germer de très vieilles spores.

Nous avons dû nous limiter à étudier la germination de spores de cinq ans d'âge; cette germination a été étudiée en cellule de Van Tieghem sur film gélosé à base de carotte à la température de 21° C.

1° En ce qui concerne le **pourcentage de germination**. — Nous avons observé une baisse de ce pourcentage; il est de 10 p. 100 au bout de quarante-huit heures, contre 40 p. 100 pour de jeunes spores; de 30 p. 100 au bout de soixante-douze heures, contre 60 à 80 p. 100 pour les jeunes (1 an d'âge).

Donc nette baisse du pourcentage de germination, mais ce pourcentage reste cependant fort appréciable.

2° Pour la **longueur des tubes germinatifs**. — Elle est de 4 à 600 μ au bout de soixante-douze heures pour les vieilles spores (5 ans)

contre 1.200 μ pour le même temps avec des spores jeunes (1 an). Baisse de la rapidité de croissance qui néanmoins n'est pas négligeable.

Nous pouvons donc affirmer que les spores de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard restent viables pendant au moins cinq années.

8° RÉSISTANCE AU FROID DU MYCÉLIUM

Certaines données précises sont déjà établies relativement à l'action de la température sur l'évolution des maladies parasitaires des végétaux.

D'une façon à peu près générale, le seuil de développement actif de celles-ci correspond sensiblement à celui à partir duquel la plante hôte se trouvera elle-même en état de réceptivité, cet état pouvant se trouver aggravé par une baisse thermique qui, sans nuire à l'espèce pathogène, diminue les facteurs physiologiques de résistance de l'hôte.

L'effet des basses températures a été également étudié afin de comprendre les possibilités données à l'organisme parasite de supporter les périodes de froid hivernal ou printanier au cours desquelles la vie parasitaire se trouve très souvent remplacée par une évolution saprophytique. Pour beaucoup d'espèces de champignons **Basidiomycètes** (charbons, rouilles...), de même que pour certains **Ascomycètes** (champignons des tavelures, du black-rot de la vigne...), l'hivernage constitue à la fois une période de repos et une phase de préparation à des phénomènes biologiques et cytologiques importants qui se traduisent pour ces espèces, par l'achèvement de la dicaryophase chez les **Basidiomycètes**, la fertilisation et l'évolution de l'ascogone dans un ascocarpe chez les **Sphaeriales**.

Cependant, on a envisagé aussi, expérimentalement, de rechercher l'effet de certaines températures exceptionnellement basses, susceptibles semble-t-il de détruire la vitalité des appareils de conservation des organismes pathogènes. Parmi les exemples extrêmes, citons le cas de *Armillariella mellea* (Fr.) Karst. dont le mycélium, soumis pendant huit jours à une température de -70° ou pendant treize heures à -183° a manifesté une survie remarquable (Karcher, 1931). De même, Bartram (1916) a établi que des cultures *in vitro* de *Sclero-*

Uromyces tracticola (Wint.) Rehm, ne sont pas tuées après un séjour à -32° . De même, Viennot-Bourgin (1945) a pu faire germer des conidies de *Fusicladium* après maintien pendant huit heures consécutives dans une atmosphère amenée progressivement à -40° .

Lorsqu'on fait intervenir des températures plus voisines de celles qui peuvent se réaliser dans la nature, on constate que des organes relativement fragiles résistent parfaitement aux températures basses. C'est le cas des conidies de *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fek. que Hamilton et Weaver (1943) ont pu conserver intactes par un séjour à -10° pendant quinze mois. Edgerton (1915) a constaté que les urédospores de la rouille brune du blé, *Puccinia triticina* Erikss., conservent leur faculté germinative après avoir subi une température de -10° pendant deux cent soixante jours. Par contre, les sclérotes de *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Dug. sont tués en vingt-quatre heures par un froid de -13° .

Étudiant la biologie du *Dothichiza*, nous avons été amenés à préciser l'influence des basses températures sur le mycélium.

a) Conditions de l'essai.

Des lots de tubes renfermant du mycélium en pleine croissance ont été disposés au contact d'atmosphères à 0° , -11° , -15° , -17° , -25° , -35° , pendant des temps variables : un jour, deux jours, trois jours, quatre jours, cinq jours et dix jours.

Les tubes ont été dans tous les cas amenés progressivement aux températures dont il vient d'être question et ramenés ensuite, également progressivement, à la température ambiante.

Aussitôt ramené à la température du Laboratoire (18°), le mycélium a été repiqué.

b) Résultats.

Dans tous les cas, nous avons obtenu une reprise parfaite de la prolifération mycélienne (croissance journalière de 1 à 3 mm. par jour).

Des inoculations réalisées ensuite en nature sur *Populus* $\times$ *eurasiatica* cv. 'robusta', avec du mycélium ayant subi une température de -35° ne nous ont pas permis de constater une différence

avec les inoculations effectuées à l'aide du mycélium non soumis à l'action du froid.

c) *Conclusion.*

La prolifération mycélienne du champignon n'est pas freinée après un séjour pouvant aller jusqu'à dix jours à des températures basses ou très basses : jusqu'à -35° C.

9^o ÉTUDE DE LA VITESSE DU DÉVELOPPEMENT MYCÉLIEN

Nous avons cherché à voir avec quelle rapidité s'effectue la progression mycélienne sur différents milieux.

Nous avons également, dans une deuxième série d'expériences étudié quelle était la rapidité du développement mycélien en nature à la suite d'inoculations réalisées au cours de la période favorable, octobre à mars.

a) *Expérimentation au Laboratoire.*

1^o Technique

Il fallait une surface assez grande afin de pouvoir suivre, durant un certain nombre de jours le développement du mycélium; ceci comme nous le verrons plus loin, est encore plus valable pour le *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. que pour le *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

C'est pour cette raison que nous n'avons pas réalisé notre essai en boîte de Pétri. Nous avons pris un cristalliseur rectangulaire muni d'un couvercle s'adaptant au mieux sur le fond (cristalliseur de 20 cm. sur 8 cm.). Nous avons coulé dans le couvercle de ce cristalliseur le milieu nutritif, et recouvert avec le fond du cristalliseur — comme s'il s'agissait d'une boîte de Pétri — tout ceci en prenant au cours des différentes phases de la manipulation les plus grandes précautions d'aseptie (fig. 43).

Milieux utilisés :

- milieu gélosé à base de carotte,
- milieu gélosé à base d'orge,
- gélose pure.

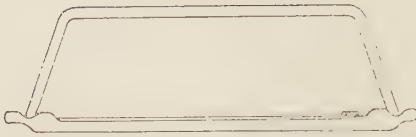


FIG. 43.

Dispositif permettant d'évaluer la vitesse
du développement mycélien.

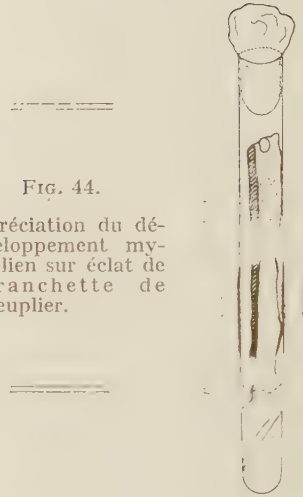


FIG. 44.

Appréciation du dé-
veloppement my-
célien sur éclat de
branchette de
Peuplier.



FIG. 45. — Brunissement du bois et de l'écorce corrélatif à la progression du mycélium
de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

Température de l'expérimentation : 20° C.

Alternance normale jour-nuit.

Remarque. — Nous avons également réalisé une série d'essais de développement mycélien sur bois (fig. 44).

Dans un tube étranglé contenant une petite branchette de peuplier fendue longitudinalement, le mycélium a été ensemencé à l'extrémité et sa progression suivie journellement; le développement mycélien est facile à suivre, dans ce cas également, car la progression se traduit d'une manière visible par un brunissement du bois (fig. 45).

Dans le cas de l'essai sur milieu gélosé, une pastille recouverte de feutrage mycélien a été déposée à l'une des extrémités, et le développement mycélien suivi chaque jour.

2° Résultats (fig. 46)

a) Sur milieu gélosé :

— à base de carotte.

Durant les quinze premiers jours de mise en culture, la croissance est en moyenne de 2,74 mm. chaque jour. Cette croissance est assez

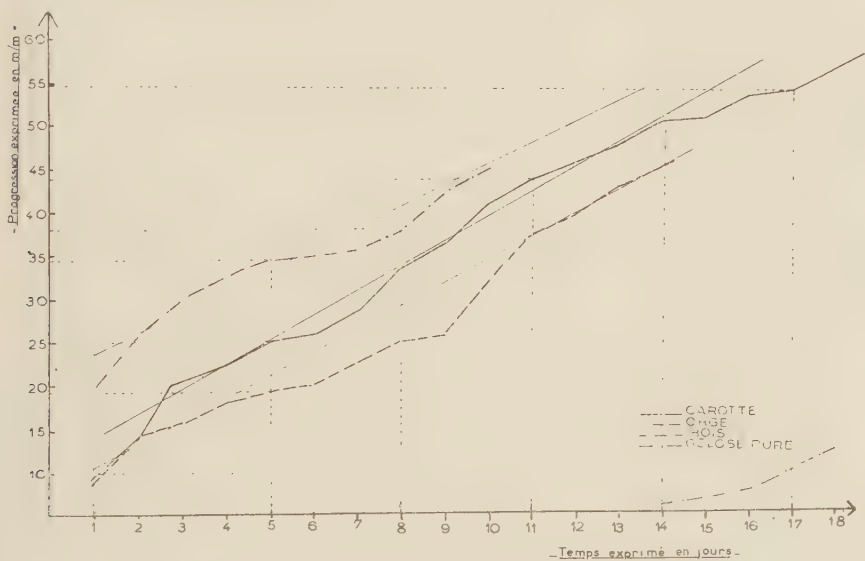


FIG. 46. — Progression du mycélium de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard sur différents milieux.

régulière, mais le mycélium présente parfois des digitations au cours de sa croissance.

Ce développement peut être approximativement représenté par une courbe du type :

$$y = ax + b$$

pour laquelle les coefficients a et b sont ici :

$$a = \frac{7}{13}$$

$$b = 1$$

La courbe d'équation :

$$y = \frac{7}{13}x + 1$$

dans laquelle y est exprimé en $\frac{1}{2}$ centimètre et x en jours, nous permet d'avoir approximativement le développement en fonction du temps du mycélium de *Dothichiza* sur film gélosé à base de carotte à la température de 20° C avec une alternance normale jour-nuit.

— à base d'orge.

Durant les quinze premiers jours de mise en culture, la croissance est en moyenne de 2,75 mm. chaque jour. Ici encore la croissance est régulière.

Le développement peut être représenté par une courbe du même type que précédemment, et les coefficients sont ici :

$$a = \frac{1}{2}$$

$$b = 1$$

La courbe d'équation :

$$y = \frac{1}{2}x + 1$$

dans laquelle y est exprimé en $\frac{1}{2}$ centimètre et x en jours nous permet d'avoir le développement du mycélium de *Dothichiza* sur film gélosé à base d'orge, ceci dans les conditions bien précises de l'expérimentation.

Gélose pure. — L'ensemencement est réalisé le 27 février; il faut près de quinze jours pour que le mycélium commence à progresser, et au bout de vingt jours le développement ne dépasse pas 20 millimètres. De plus, le mycélium ne se développe que très super-

ficiellement et n'émet aucune ramification dans un milieu dans lequel il ne trouve aucun élément nutritif.

b) *Sur bois* :

La température au cours de cet essai a été encore de 20° C et les tubes soumis à une alternance jour-nuit normale.

Nous avons réalisé six répétitions et au cours des dix premiers jours de mise en culture la croissance est en moyenne de 2,37 mm. chaque jour, avec une croissance relativement régulière.

La courbe d'équation :

$$y = \frac{1}{2} x + 3$$

dans laquelle y est exprimé en $\frac{1}{2}$ centimètre et x en jours, permet d'avoir approximativement le développement du mycélium en fonction du temps dans de telles conditions. Notons que pour cet essai nous avons pris une branchette de *P. × euramericana* 'robusta'.

3° Conclusion

Dans les conditions précises de l'expérimentation, la progression mycélienne se situe entre 2 et 3 millimètres par jour.

Nous avons à faire à un mycélium qui — en laboratoire — se développe vigoureusement avec une relative rapidité. Signalons que, sur les essais en milieu nutritif gélosé, le mycélium ne se développe pas que superficiellement, mais envoie des ramifications et des digitations dans la profondeur du milieu.

Un milieu dépourvu de tout élément nutritif — gélose pure — est incapable de permettre un bon développement mycélien. Nous retrouvons le même résultat que ce qui est obtenu quand on essaie de faire germer des spores de ce champignon sur un milieu non nutritiel.

b) *Expérimentation sur le terrain.*

Afin de garder une unité de cet essai relatif à la vitesse du développement mycélien, nous avons inséré ici les résultats obtenus, pour ce point, sur le terrain.

1° **Technique.** — Des inoculations avec mycélium ont été réalisées en divers points de branchettes de *P. × euramericana* 'robusta' au cours du mois de novembre (mois particulièrement propice pour la réussite des inoculations).

Quinze jours après l'inoculation, ces dernières ont été mises à nu — retrait du pansement — et un mois après, des prélèvements ont été effectués à 1, 2 et 3 centimètres du lieu de l'incision; ces prélèvements ont été portés sur boîte de Pétri contenant un milieu nutritif gélosé à base de carotte. De nouveaux prélèvements plus éloignés sont réalisés ensuite.

2^o Résultats. — Un mois après l'inoculation, le mycélium se retrouve dans les éclats de bois prélevés à 1 et 2 centimètres du point d'inoculation.

Deux mois après, des prélèvements réalisés à 3, 4 et 5 centimètres, nous ont permis de retrouver le mycélium à 3 centimètres; trois mois après, on retrouve ce mycélium à 4,5 cm. du point d'inoculation.

3^o Conclusion. — Le développement du mycélium est plus lent que lors de notre expérimentation au Laboratoire; cela n'a rien d'étonnant car les conditions de l'expérience sont tout à fait différentes pour un certain nombre de facteurs.

Le développement mycélien est cependant suffisamment rapide pour permettre au parasite, dans bien des cas, de faire le tour du jeune tronc ou de la branche de peuplier et d'entraîner par suite la mort du végétal dans sa totalité, ou bien le dépérissement de rameaux plus ou moins importants.

10^o LE CHEMINEMENT MYCÉLIEN AU SEIN DU VÉGÉTAL PARASITÉ

A partir du moment où l'écorce commence à prendre une coloration anormale, cette zone atteinte est complètement tuée.

Une coupe anatomique pratiquée à ce niveau montre que, dans les cellules du parenchyme cortical, tout le contenu de la cellule forme une masse brun noirâtre; cette masse brun noirâtre disparaît par endroit après assimilation par le champignon.

Il est très difficile de mettre en évidence le mycélium, nous l'avons cependant observé dans le parenchyme cortical, dans le bois, tout spécialement dans les vaisseaux (fig. 47). Notons la présence dans le bois et principalement dans les rayons médullaires d'une certaine quantité de gomme de blessure qui colore en jaune très pâle cette portion de la tige. Ces réactions du végétal contribuent à rendre délicate l'observation du mycélium *in situ*.

Au cours de l'expérimentation sur le terrain en 1954-55-56, nous avons observé une plus grande sensibilité du *Populus* × *euramericana* 'robusta', et une plus grande rapidité du développement de la maladie sur ce type.

L'étude anatomique des bois des différents cultivars soumis à l'expérimentation (robusta, serotina de Champagne, virginiana, I 214) nous a montré que chez le robusta la densité des vaisseaux du bois était beaucoup plus forte que dans les trois autres cultivars.

Le nombre de gros vaisseaux au millimètre carré est — en moyenne — dans les 4 cultivars :

- *Populus deltoides* 'virginiana' : 88,
- *Populus* × *euramericana* 'robusta' : 210,
- *Populus* × *euramericana* 'serotina de Champagne' : 72,
- *Populus* × *euramericana* 'I.214' : 82.

Le mycélium de *Dothichiza populea* trouvant une voie de cheminement de prédilection au niveau des vaisseaux du bois, il semble normal que le *Populus* × *euramericana* 'robusta' présente une plus grande sensibilité à ces deux parasites que les trois autres cultivars.

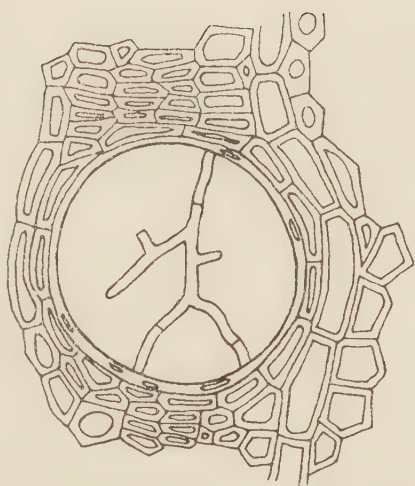


FIG. 47. — Cheminement du mycélium de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard dans les vaisseaux du bois de *Populus* × *euramericana* cv. 'robusta'.

11° DURÉE DE LA PERSISTANCE DE LA VIE MYCÉLIENNE AU SEIN D'UNE ZONE ALTÉRÉE

Un certain nombre d'auteurs s'étant penchés sur cette question en avaient conclu que le mycélium ne pouvait se conserver plus d'un an dans les zones nécrosées.

Nous avons cherché à préciser ce point. Pour ce faire, nous avons opéré de la manière suivante.

Nous avons vu que les inoculations réalisées à l'aide de *Dothichiza* réussissaient à partir du mois d'octobre-novembre et évoluaient

ensuite au cours de l'hiver et au printemps pour aboutir soit à la mort de l'arbre soit à une « cicatrisation ». Nous avons cherché à voir si cette cicatrisation était réelle ou apparente, et prélevé des éclats de bois au niveau de ces zones — nous avons choisi bien entendu des zones dépourvues de pycnides — etensemencé ces éclats de bois en boîte de Pétri sur film gélosé nutritif. Ces prélèvements ont été effectués au cours de la période hivernale de l'an suivant l'inoculation.

Dans 15 à 20 p. 100 des cas, nous avons pu réisoler *Dothichiza* qui se développait normalement; ceci laisse supposer que l'on ne peut conclure avec certitude que le mycélium de *Dothichiza* n'est pas capable de conserver sa vitalité au delà d'une durée d'un an à l'intérieur du végétal parasité.

Notons que, dans les autres isollements, nous avons obtenu un grand nombre de saprophytes et de parasites autres que le *Dothichiza*, ainsi que des bactéries. Ceci n'est guère étonnant, la lésion chancreuse plus ou moins cicatrisée étant un milieu parfaitement propice pour le développement d'une flore cryptogamique et bactérienne variée.

12° *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm,
forme parfaite de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard ?

a) Généralités. — L'ascomycète *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm — 1910, 1912 — est considéré comme la forme parfaite de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard. Ce point de vue est discuté.

Cet ascomycète est rare, et au cours de cinq années d'étude sur ces maladies des peupliers, nous ne l'avons rencontré que trois fois, aussi bien en France qu'à l'étranger.

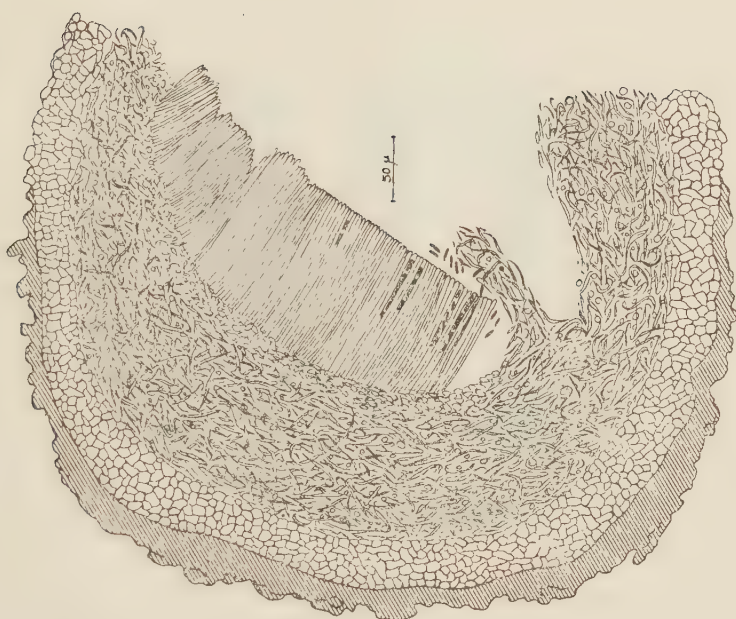
b) Description du *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm (fig. 48 et 49).

1° Externe. — Cet ascomycète se caractérise par des apothécies coriaces, d'abord sous-corticales, puis externes, à la surface d'un stroma relativement dense, fortement coloré en brun noirâtre.

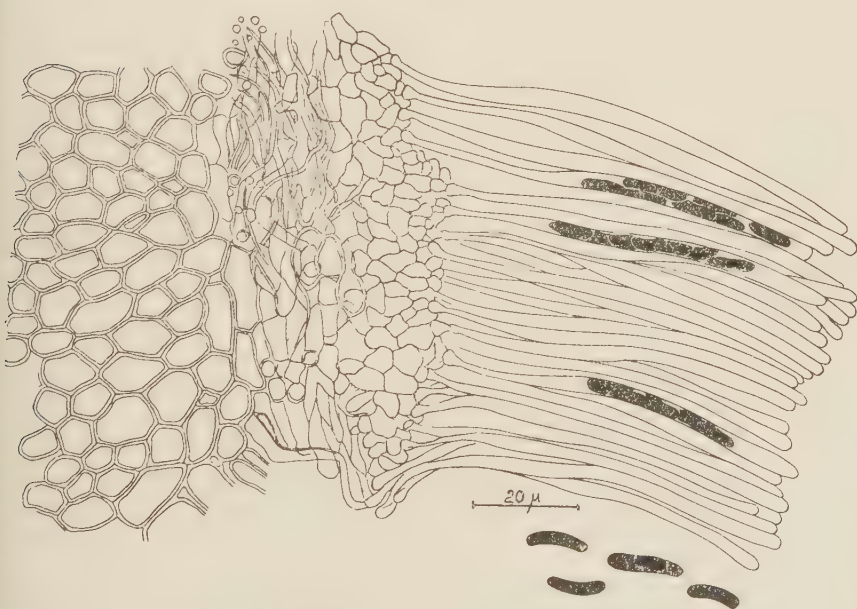
2° Microscopique. — Ces apothécies sont d'abord sous-épidermiques, elles provoquent par la suite le crevassement de l'épiderme.

Elles sont sessiles, fortement colorées dans leur partie interne, claires à l'extérieur.

Les ascospores sont ellipsoïdes, simples, hyalines, au nombre de 8 par asque et mesurent en moyenne $10 \times 3 \mu$.



Coupe pratiquée dans une apothécie de *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm.



Détail des asques et ascospores de *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm.

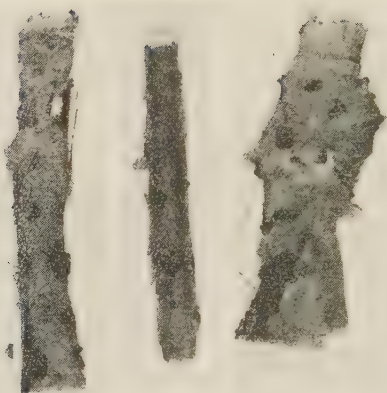


FIG. 49. — Apothécies de *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm, sur lambeaux d'écorce de Peuplier.

c) Expérimentation entreprise. — Nous avons essayé à partir du *Cenangium*, forme sexuée, de passer au *Dothichiza*, forme imparfaite supposée de ce *Cenangium*.

Pour ce faire nous avons fait des cultures monospores à partir des ascospores de ce *Cenangium*. Ces cultures ont été pratiquées en cellule de Van Tieghem.

Nous avons ensuite repiqué ces cultures en boîte de Pétri sur différents milieux : malt, orge, carotte, czapeck.

Nous avons obtenu une prolifération mycélienne bien différente de celle que nous avons l'habitude de voir pour les cultures de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard. Ces cultures mycéliennes ont été conservées longtemps, soumises à différentes températures, mais, en aucun cas, nous n'avons obtenu la forme pycnide.

B) L'EXPÉRIMENTATION ET LES OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

1^o PÉNÉTRATION DU PARASITE

La contamination est réalisée à l'aide de l'élément sporifère que l'on trouve en abondance durant une grande partie de l'année.

Le problème qui se pose est de savoir par quelle voie le parasite pénètre dans le végétal et nous avons cherché à éclaircir ce point au cours d'une expérimentation renouvelée sur le terrain.

Les pycniospores ont pour taille $10-13 \times 7,5-10 \mu$ et émettent des tubes germinatifs de 2 à 3 μ de large. Ces tubes germinatifs sont-ils capables de se frayer un chemin à travers les tissus corticaux et libériens du végétal, avant d'atteindre les éléments ligneux, qui sont pour lui les éléments de prédilection?

Comme nous l'avons exposé dans la partie relative à la technique nous avons réalisé à l'aide de **spores** et de **mycélium** des inoculations :

- profondes,
- « superficielles »,
- par contact.

Seules les inoculations du premier type, c'est-à-dire celles où le parasite, soit sous la forme mycélienne, soit sous la forme sporifère, était directement mis en contact avec les tissus ligneux, donnaient ultérieurement le développement d'une zone nécrosée.

Nous pouvons donc conclure des résultats de cette expérimentation — répétée sur des dizaines de milliers d'inoculations — que les filaments mycéliens issus de la germination des spores sont incapables de se frayer un passage au travers des tissus normalement évolués du végétal. Une porte d'entrée — ou un tissu particulièrement « fragile », comme ceux que l'on trouve au niveau des zones méristématiques — est absolument nécessaire pour que le parasite puisse pénétrer puis, par la suite, s'installer dans le végétal.

Quelles sont donc les voies d'accès qui sont offertes au parasite pour sa pénétration jusqu'aux tissus ligneux?

Il faut considérer tout d'abord les **blessures de toutes sortes** que l'on est susceptible de trouver sur le tronc ou les jeunes rameaux; ces blessures peuvent être dues à des causes diverses (chocs, cassures, frottements violents...).

Il y a aussi et surtout les blessures provoquées lors de la **taille**; de très larges surfaces de pénétration sont ainsi offertes au parasite.

Les blessures n'ont pas besoin d'être fort étendues; n'oublions pas que les spores ont une taille de $8 \times 12 \mu$ en moyenne, c'est-à-dire que des blessures qui nous paraissent infimes sont largement suffisantes pour permettre la pénétration mycélienne.

Un certain nombre de voies de pénétration peuvent donc être supprimées en prenant un certain nombre de précautions lors de l'**arrachage**, du **transport**, de la **mise en place** des plants et de leur **taille**; un certain nombre de traitements anticryptogamiques peuvent être envisagés à ce moment là.

Nous avons ensuite un certain nombre de portes d'entrée que l'on ne peut éviter, je pense plus spécialement aux **lenticelles**, aux **jeunes bourgeons**, aux **cicatrices foliaires**.

Précédant la pénétration mycélienne se situe ce que nous appellerons « l'**accrochage** » des spores par le végétal. La dissémination est sous la dépendance des agents atmosphériques (nous y reviendrons plus loin), mais signalons dès maintenant l'influence prépondérante jouée par le facteur **eau**. En effet, la contamination est favorisée par un climat humide, un degré hygrométrique élevé, des brouillards persistants et une humidité plus ou moins importante, maintenue à la surface du végétal. Cette humidité superficielle peut être favorisée par un facteur propre au végétal : la **rugosité** de son écorce. Cette rugosité, tout en favorisant dans une certaine mesure l'arrêt des spores, permet le maintien en des points précis du végétal de zones, de rides, de sillons au sein desquels les spores trouveront mieux qu'en d'autres endroits un milieu particulièrement favorable pour leur germination. Au niveau de zones « **rugueuses** » que l'on trouve tout spécialement aux points d'insertion des rameaux, au niveau des **bourgeons**, à la **limite de deux pousses annuelles successives**... des fissures, jointes à des conditions propres à la germination des éléments sporifères du champignon expliquent pourquoi, fort souvent, les attaques sont observées aux endroits que nous venons de mentionner.

La spore et le filament germinatif ayant réussi à « s'accrocher » puis à « pénétrer » dans l'hôte, pour peu que les conditions climatiques soient favorables par la suite, on observera ultérieurement — après un temps de latence plus ou moins long — l'apparition d'une nécrose qui se traduit au début par une légère boursoufflement corrélative à une décoloration de l'écorce, puis on observe les différentes phases d'évolution de la maladie.

2° LES PÉRIODES DE SENSIBILITÉ DU VÉGÉTAL

a) *Les techniques de notation.*

(Se reporter au chapitre 3^e de la seconde partie.)

Pour un centre expérimental, un cultivar, des conditions données, nous avons additionné les résultats obtenus pour un mois donné — en lisant les colonnes de résultats dans le sens horizontal — et ce pendant douze mois.

Les résultats obtenus pour les différents arbres présentant à tous les points de vue les mêmes caractéristiques ont été ensuite additionnés à leur tour et portés sur le graphique.

b) *Résultats.*

1° Centre expérimental de *Noyon*. — Pour les quatre cultivars, la période de sensibilité dans ce centre se situe d'octobre à mars, c'est-à-dire pendant la période d'arrêt de la végétation. On note une légère sensibilité pendant le mois de juin (ceci est dû aux conditions météorologiques propices à un début d'évolution au cours de la période d'expérimentation).

Insistons sur le fait qu'un parallélisme parfait s'observe pour les périodes de sensibilité des différents cultivars.

2° Centre expérimental de *Chevrières*. — Comme dans le centre expérimental de Noyon, nous trouvons une période de sensibilité qui se situe d'octobre à fin février, début mars, ainsi qu'une zone de sensibilité au mois de mai.

Les 4 cultivars manifestent les mêmes périodes de sensibilité, mais le parallélisme est moins net que dans le centre de Noyon.

En résumé. — Si l'on notait de 0 à 10 la sensibilité du végétal au cours des différents mois de l'année, et ce pour chaque cultivar dans chacun des centres, nous obtiendrions le tableau suivant :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NOYON :												
robusta	7	2	3	1	1	3	1	1	1	6	8	7
serotina de Champagne	7	4	4	2	1	2	1	2	3	7	10	8
virginiana	9	4	3	2	1	2	1	1	2	8	10	8
I 211	8	3	2	1	1	1	1	6	1	8	10	9
CHEVRIÈRES :												
robusta	5	1	1	1	6	1	1	1	1	2	4	10
serotina de Champagne	5	1	1	0	1	0	0	0	1	2	3	2
virginiana	5	2	1	1	3	0	0	0	1	5	4	5
I 214	1	1	1	1	0	0	0	0	1	3	3	3

c) Conclusion :

La **sensibilité** du végétal est étroitement liée à la **période d'arrêt de la végétation**. Quel que soit le cultivar, le terrain et les conditions envisagées, à quelques exceptions près, il est impossible de réussir une inoculation positive (que l'on inocule le parasite sous la forme mycélienne ou sous la forme sporifère) hors de la période se situant d'octobre à mars.

3° LA PRODUCTION DES PYCNIDES

Les pycnides n'apparaissent sur l'écorce qu'après la désorganisation totale et la mortification complète du bois sous-jacent.

Une température assez basse (2 à 6°) est la plus favorable pour la bonne formation de ces pycnides, ceci est d'ailleurs vérifié par l'obtention des pycnides en culture pure au Laboratoire.

Le début de la formation de ces pycnides se manifeste par de très légères boursofflures, de la taille d'une tête d'épingle, qui s'accroissent progressivement et deviennent de plus en plus proéminentes. Quand ces pycnides arrivent à maturité, et quand les conditions météorologiques sont favorables, ces pycnides s'ouvrent et émettent des cirrhes aplatis, glaireux.

La formation des pycnides se manifeste principalement au mois de mars, et les cirrhes apparaissent dès le début du mois d'avril, parfois même fin mai.

Les pycnides s'observent une grande partie de l'année à la surface du végétal, et maintiennent dans le temps une possibilité de contamination constante, ce qui de prime abord rend les méthodes de lutte difficiles.

La multiplicité de ces pycnides et le grand nombre des spores renfermées dans chacune d'entre elles favorisent le pouvoir de contamination de ce parasite.

4° LES PÉRIODES D'INSTALLATION DU PARASITE

1° *Remarques préliminaires.*

a) L'expérimentation au Laboratoire et sur le terrain ont montré que les pycnides apparaissent à partir de la **fin du mois de mars**, début du mois d'avril.

Les éléments sporifères se trouvent dans la nature à partir de ce moment là.

La dissémination est sous la dépendance des **agents atmosphériques**.

b) Nous avons vu d'autre part :

1° Que les pycnides émettent des spores **viabiles tout au cours de l'année** — ou peu s'en faut — et nous avons vu les variations du pourcentage de germination en fonction du temps ainsi que les variations de la longueur des tubes germinatifs.

2° Qu'une **porte d'entrée** est absolument nécessaire au parasite afin qu'il puisse se frayer un chemin par la suite dans les tissus de l'hôte.

c) L'expérimentation réalisée sur le terrain nous a en outre montré que la période de **sensibilité** maximum pour le végétal se situait au moment de la période hivernale (et ce, quel que soit le cultivar, la station et l'année envisagée).

2° *Les périodes d'installation* (fig. 50).

Tenant compte des remarques précédentes et des observations

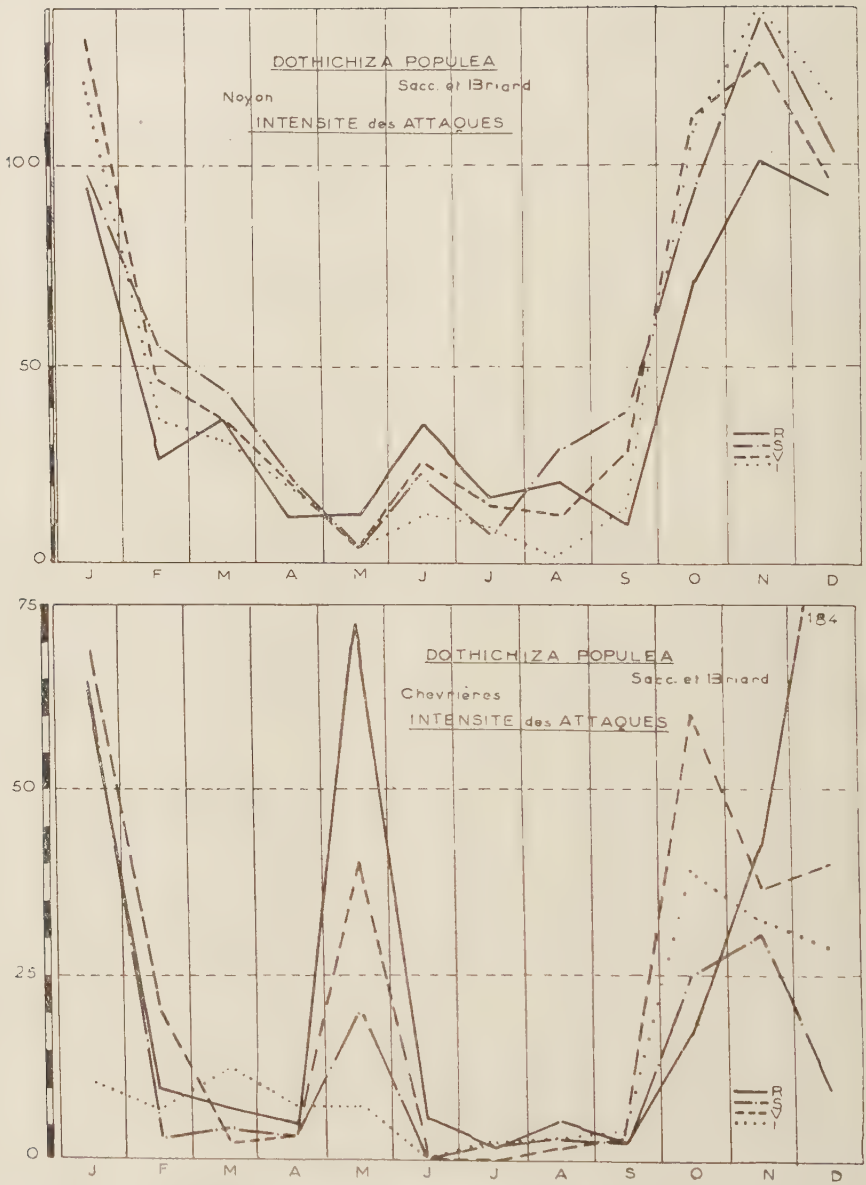


FIG. 50. — Périodes d'installation de *Dothichiza populea*, Sacc. et Briard (Centres expérimentaux de NOYON et CHEVIÈRES).

réalisées sur plusieurs années, nous pouvons indiquer comme périodes d'installation du parasite :

a) La période **avril-mai**, période d'ouverture des bourgeons, qui correspond à la période de formation et de maturation des pycnides et au début de la dissémination des spores dans la nature.

b) Le début de la **période estivale**, au cours de laquelle les blessures de toute nature pourront permettre la pénétration du parasite; notons que cette période n'a pas l'importance de la précédente.

c) La **période hivernale** qui est, avec la première période envisagée, la plus importante car elle correspond à la période de plus grande sensibilité de l'arbre. C'est au cours de cette dernière que le parasite est susceptible de trouver le plus de facilités pour pénétrer dans le végétal : cicatrices foliaires, plaies de taille, cisaillement à la limite de deux pousses annuelles successives à la suite du balancement exagéré de l'arbre après sa plantation, dessiccation de l'écorce...).

Nous voyons que d'assez larges possibilités sont offertes au parasite pour son installation sur le végétal. Cela rend la possibilité de traitements assez difficile mais non impossible. Les traitements sont parfaitement rentables, envisagés en pépinière et au cours des premières années de la plantation, périodes au cours desquelles le végétal est le plus souvent attaqué.

5° ÉVOLUTION DE LA MALADIE

La période de sensibilité maximum de l'arbre se situant pendant la période hivernale, c'est à ce moment que la maladie (même si elle était auparavant installée sur le végétal) commence à évoluer. Cette évolution se poursuit pendant toute la période d'arrêt de la végétation et continue au delà de cette dernière; l'évolution peut même se manifester jusqu'en août-septembre dans des cas extrêmes.

Pendant la période d'arrêt de la végétation la maladie se développe avec une grande rapidité et peut, durant cette période, réaliser un développement annulaire sur la branche ou le jeune tronc parasité. Il survient la mort de toute la partie située au-dessus de la zone nécrosée qui, ultérieurement, est entièrement envahie par le mycélium du champignon.



Fig. 51. — Évolution de la maladie dans les Centres expérimentaux de NOYON et CHEVRIÈRES.

Pendant la période de végétation, si la maladie est installée et évolue depuis plusieurs semaines au moment où la sève recommence à circuler, sans avoir toutefois réalisé une attaque circulaire, dans ce cas la croissance tissulaire du végétal dans toutes les directions va permettre à ce dernier de lutter contre l'envahissement par le parasite. Si le végétal est installé dans de bonnes conditions de culture, il va pouvoir avec succès réagir, et l'on assistera à la formation de chancres qui localisent le parasite.

Pour mesurer et observer l'évolution de la maladie d'une manière plus précise, nous avons opéré de la manière suivante.

Considérant un mois donné de l'année, nous avons additionné toutes les notes attribuées pour différentes inoculations au cours de ce mois, ceci pour une série complète d'inoculations s'étalant sur un cycle de douze mois (les notations utilisées sont celles que nous avons exposées plus haut dans le chapitre consacré aux observations et aux notations). L'addition des notes se fait en lisant verticalement les colonnes du tableau. La collection des résultats nous permet d'arriver aux conclusions suivantes.

a) *Centre expérimental de Chevrières* (fig. 51 et 52).

La maladie évolue tout spécialement de mars à juin-juillet, avec un maximum en avril-mai. Le minimum de l'évolution se note au cours de la période estivale et est la plus faible au cours des mois d'août et septembre.

Une intensité d'évolution importante s'observe sur le cultivar 'I 214'; il ne faudrait cependant pas en conclure hâtivement que cet arbre est plus sensible que les autres, bien au contraire.

Le 'I 214' a un départ de végétation plus précoce que les autres cultivars, et sa réaction vis-à-vis du parasite débutant plus tôt, ceci se traduit par une formation plus rapide et plus intense de nouveaux tissus, et l'on aboutit dans la majorité des cas à une cicatrisation de la zone altérée.

Il est intéressant de noter le parallélisme assez étroit que l'on note pour l'évolution de la maladie sur les différents cultivars dans ce centre de Chevrières.

b) *Centre expérimental de Noyon* (fig. 51 et 52).

La maladie s'observe comme précédemment tout spécialement au cours de la période mars à juillet et, dans l'ensemble, l'intensité de la maladie est supérieure à celle vue à Chevreières. Les conditions générales sont plus favorables pour le parasite à Noyon qu'à Chevreières.

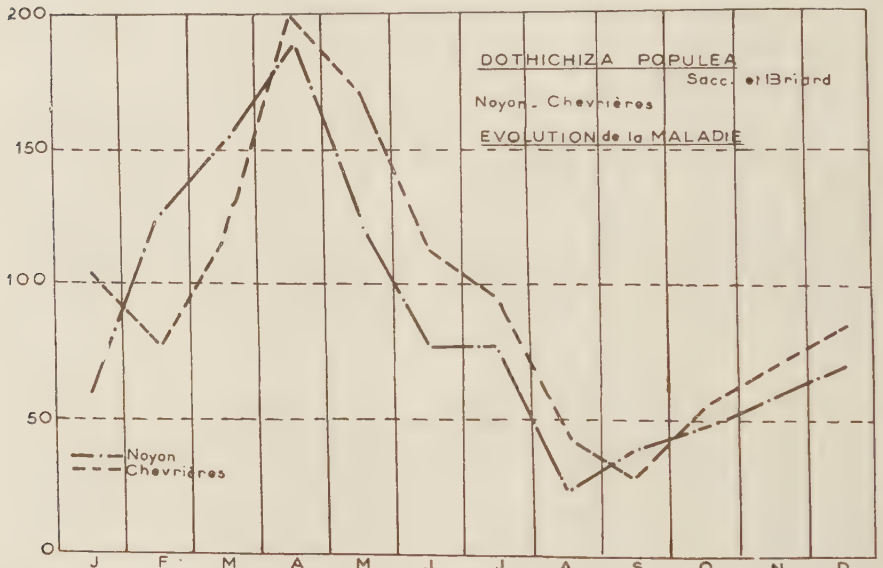


FIG. 52. — Évolution de la maladie. Pour chaque centre, une courbe condense les résultats obtenus sur les 4 cultivars soumis à l'expérimentation.

Le maximum de l'évolution se situe encore en avril-mai, mais un regain d'activité du parasite est notable en juillet.

Un parallélisme net est à mentionner pour l'évolution de la maladie sur les 4 cultivars expérimentés.

Remarque. — Des résultats analogues ont été obtenus dans le centre expérimental de Saint-Gobain, mais vu le faible nombre d'arbres soumis à l'expérimentation, nous n'avons pas traduit sous forme de graphique l'évolution de la maladie dans ce centre.

En conclusion.

L'évolution des attaques dues au *Dothichiza populea* Sacc. et Briard, se manifeste tout spécialement au cours d'une période s'étalant de **février-mars** à **juin-juillet**, et ce dans les trois centres d'expérimentation de Noyon, Chevrières et Saint-Gobain.

L'évolution se manifeste avec un certain parallélisme sur les quatre cultivars soumis à l'expérimentation.

6^o DE L'INFLUENCE DE LA TAILLE SUR LA PROPAGATION
DU *Dothichiza populea* SACC. ET BRIARD

Deux éléments interviennent dans la taille des peupliers :

— la **date** de la taille,

— la **longueur** de la partie taillée (taille effectuée plus ou moins au ras du tronc de l'arbre).

a) La *date*. — Cette taille peut être effectuée soit dans le courant de l'été, soit juste avant la mise en terre de l'arbre, nous parlons ici d'arbres en pépinière. -

Dans le premier cas, une cicatrice a le temps de se réaliser avant la fin de la période végétative; de plus cette période est celle de faible réceptivité de l'arbre. Cette taille est, semble-t-il, à conseiller.

Dans le second cas, l'arbre étant au repos, aucune cicatrice n'est possible; de plus on se trouve dans la période de sensibilité et de réceptivité maxima de l'arbre, et toutes les chances d'infection sont produites par une telle taille qui est à déconseiller.

b) La *longueur* de la taille. — La taille peut être effectuée au ras du tronc, ou bien on peut laisser une portion de branche plus ou moins importante.

1^o **Taille courte**. — Si la taille est effectuée au ras du tronc pendant la période estivale, une bonne cicatrisation peut se réaliser, et l'on a ainsi une barrière contre l'infection.

Par contre si cette taille courte est effectuée pendant la période hivernale on ouvre une porte au parasite.

2^o **Taille longue**. — Cette taille n'est pas à conseiller pendant la période estivale.

Par contre, nous avons noté que dans les tailles longues effectuées en hiver, si une contamination se produit, l'attaque se limite au chicot sur lequel on observe la formation de nombreuses pycnides mais **le parasite ne passe pas dans le tronc** et reste localisé à l'insertion de la branche.

7^o INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES

Nous envisagerons successivement l'influence de ces facteurs sur l'intensité des attaques et l'évolution de la maladie.

a) *Influence des facteurs climatiques sur l'intensité des attaques.*

Comme nous l'avons vu dans le paragraphe 2, la période d'intensité maxima pour l'implantation de la maladie se situe d'octobre à mars, c'est-à-dire pendant la période d'arrêt de la végétation.

1^o NOYON

Au cours de l'hiver 1954-1955 on notait :

— d'octobre à décembre :

- a) pour **moyenne des moyennes** 9,2, — 6,4 — 5 degrés;
- b) un degré hygrométrique de 82 p. 100, 87 p. 100 et 91 p. 100;
- c) des **précipitations** de 37,31 et 96 millimètres;

— de janvier à mars :

- a) pour **moyenne des moyennes** 2,2 — 1,6 — 3,4 degrés;
- b) un degré hygrométrique de 88 p. 100, 82 p. 100 et 80 p. 100;
- c) des **précipitations** de 49, 74, 10 millimètres.

Au cours de l'hiver 1955-56 on notait :

— d'octobre à décembre :

- a) pour **moyenne des moyennes** 9,9 — 3,8 — 5,4 degrés;
- b) un degré hygrométrique de 96,2 — 97,4 — 98,4 p. 100;
- c) des **précipitations** de 67, 62, 38 millimètres;

— de janvier à mars :

- a) pour **moyenne des moyennes** 3,3 — 6,1 — 4,1 degrés;
- b) un degré hygrométrique de 91 p. 100, 82 p. 100 et 81 p. 100;
- c) des **précipitations** de 51, 12, 9 millimètres.

2° CHEVRIÈRES

Au cours de l'hiver 1954-1955 on notait :

— d'octobre à décembre :

- a) pour **moyenne des moyennes** 9,7 — 5,7 — 5,5 degrés;
- b) un degré hygrométrique de 85 p. 100, 90 p. 100, 91 p. 100;
- c) des **précipitations** de 33, 19 et 79 millimètres;

— de janvier à mars :

- a) pour **moyenne des moyennes** 2,9 — 2,8 — 3,5 degrés;
- b) un degré hygrométrique de 90 p. 100, 82 p. 100 et 80 p. 100;
- c) des **précipitations** de 70, 50 et 25 millimètres.

Au cours de l'hiver 1955-1956 on notait :

— d'octobre à décembre :

- a) pour **moyenne des moyennes** 10,2 — 5,6 — 7 degrés;
- b) un degré hygrométrique de 88 p. 100, 92 p. 100, 92 p. 100;
- c) des **précipitations** de 56, 28 et 38 millimètres;

— de janvier à mars :

- a) pour **moyenne des moyennes** de 3,7 — 5,3 — 6 degrés;
- b) un degré hygrométrique de 92 p. 100, 92 p. 100, 80 p. 100;
- c) des **précipitations** de 30, 13 et 10 millimètres.

L'observation des résultats fournis par les appareils météorologiques durant la période la plus favorable pour l'intensité des attaques (période d'octobre à mars), montre que dans les deux centres expérimentaux de Noyon et de Chevrières, une température relativement basse (pouvant varier de -6° à $+12^{\circ}$) ainsi qu'un degré hygrométrique élevé (supérieur dans tous les cas à 80 %) sont des conditions particulièrement propices pour l'implantation de la maladie. Il ne semble pas, par contre, que des chutes de pluies importantes soient nécessaires pour cette installation : ce qui compte surtout c'est l'humidité atmosphérique.

Remarquons que l'hiver 1955-1956, particulièrement rigoureux, a permis le développement de nombreuses lésions, mais nous nous sommes trouvés dans des conditions exceptionnelles, des hivers aussi froids étant fort rares dans nos régions.

L'expérimentation au Laboratoire nous a montré que *Dothichiza populea* supportait sans dommage des températures basses pouvant

descendre jusqu'à -35° . Les températures de cet hiver là ne sont bien entendu pas descendues jusqu'à ces extrêmes et n'ont nullement gêné le parasite. Le végétal, par contre, a souffert des rigueurs de l'hiver et a été mis dans un état de faiblesse qui a favorisé un important développement du parasite.

b) *Influence des facteurs climatiques sur l'évolution de la maladie.*

L'évolution de la maladie se manifeste principalement au cours d'une période s'étalant de mars à juillet-août avec un maximum pendant le mois d'avril. Au cours de cette période printannière et estivale, aussi bien dans le centre de Noyon que dans celui de Chevrières, le parasite trouve des conditions de température particulièrement favorables pour son développement (la moyenne des températures ne descendant jamais au-dessous de 6° et atteignant $17^{\circ}6$, en juillet). La température est dans l'ensemble plus basse à Noyon qu'à Chevrières et ce facteur joue très certainement pour le meilleur développement de la maladie dans le centre noyonnais. L'hygrométrie est moindre que durant la période hivernale, mais elle reste à Noyon (où elle varie de 85 à 92 %) supérieure de beaucoup à celle de Chevrières (où elle oscille entre 77 et 81 %) et ce facteur concourt également à l'extension et au développement plus important du *Dothichiza populea* à Noyon. Les précipitations sont également supérieures à Noyon.

Il semble donc que, pour l'évolution de la maladie, une température de 10 à 15° , jointe à une hygrométrie supérieure à 85 p. 100, représentent les conditions les plus favorables.

Il est bon de remarquer la plasticité du parasite du point de vue exigences climatiques: il croît vigoureusement étant soumis à des températures très variables (ceci a d'ailleurs été confirmé par l'expérimentation réalisée au Laboratoire) et des degrés hygrométriques s'étalant de 75 à 95 p. 100 permettent un bon développement. La pluie ne semble en aucun cas avoir une influence prépondérante.

8° DIFFÉRENCES DE SENSIBILITÉ DES QUATRE CULTIVARS SOU MIS A L'EXPÉRIMENTATION (fig. 53)

De l'expérimentation réalisée depuis quatre ans dans les différents centres, il ressort qu'aucun des cultivars de Peupliers soumis à l'expérimentation n'est totalement résistant au *Dothichiza populea*.

Par contre, une différence de sensibilité fort nette peut être observée (nous avons tenu compte surtout des résultats obtenus à Noyon et à Chevrières) et, une sensibilité croissante étant exprimée par un chiffrage de 0 à 10, donne le tableau suivant :

NOYON		CHEVRIÈRES	
1° ' I 214 '	3	1° ' I 214 '	1
2° ' serotina de Champagne '	4	2° ' serotina de Champagne '	3
3° ' virginiana '	5	3° ' robusta '	4
4° ' robusta '	10	4° ' virginiana '	5

Ce qui est particulièrement intéressant à noter, c'est la moins grande sensibilité de l' ' I 214 ' dans les deux centres.

9° INFLUENCE DES FAÇONS CULTURALES

Ces façons culturales ont eu de bons résultats par leur action favorable sur la bonne reprise et le développement du végétal. Celui-ci a, par suite, mieux réagi contre l'envahissement mycélien, et des réactions tissulaires plus importantes lui ont permis de localiser l'attaque et de résorber la lésion plus rapidement et plus parfaitement. De plus, les façons culturales ont eu une grande influence sur l'accroissement du végétal, et la dépense réalisée pour ces façons est compensée largement par le gain en bois obtenu en un laps de temps plus court.

10° INTENSITÉ DES ATTAQUES DANS LES DIFFÉRENTS CENTRES EXPÉRIMENTAUX

Les attaques ne se sont pas manifestées avec la même intensité dans les trois centres. D'une manière générale, plus les conditions de reprise ont été favorables pour le végétal, et moins les attaques ont été importantes.

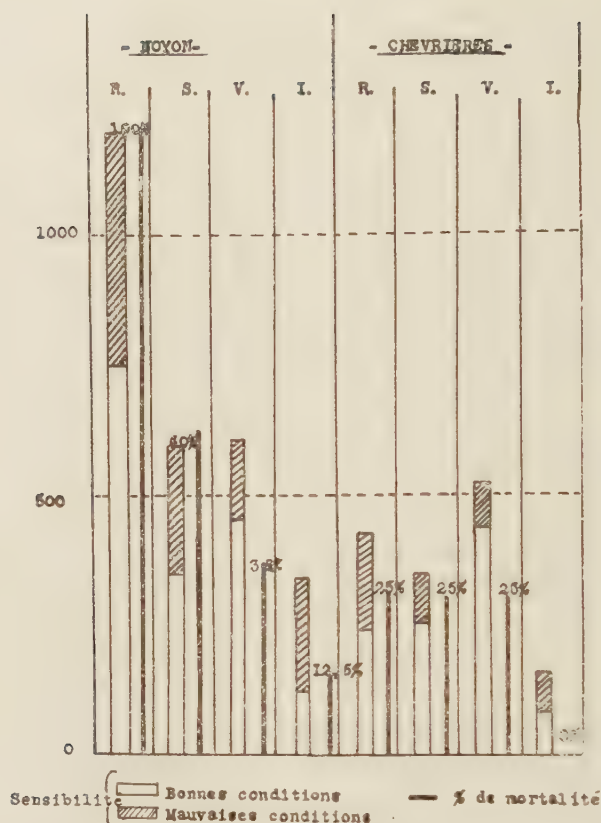


Fig. 53. — Différence de sensibilité des 4 cultivars à l'égard du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard, dans les Centres expérimentaux de NOYON (Oise) et CHEVRIÈRES (Oise).

Dans chaque terrain, en plus des qualités propres du sol, les facteurs météorologiques ont eu une grande importance sur l'implantation et le devenir de la maladie, et les centres de Noyon et de Saint-Gobain où les températures et l'hygrométrie sont plus favorables pour le développement de la maladie que dans le centre de Chevières, ont eu des attaques plus importantes.

Si nous faisons un classement de l'intensité des attaques dans les différents centres en adoptant un chiffrement de 0 à 10, nous obtiendrions le résultat suivant :

1 ^o Chévières	1
2 ^o Noyon	6,5
3 ^o Saint-Gobain	8

La conclusion générale que l'on peut tirer des paragraphes 9 et 10 est que plus les Peupliers sont installés dans des conditions propices à leur développement et à leur reprise, et plus les chances de développement important de la maladie s'amenuisent. Ceci est tout spécialement valable pour les plantations françaises situées au nord de la Loire, zone où les conditions météorologiques se trouvent être favorables au développement du parasite; au sud de la Loire, les conditions de température et d'hygrométrie correspondent moins parfaitement au bon développement de la maladie et, de plus, le rythme physiologique du Peuplier est différent de celui que l'on rencontre dans les régions situées plus au nord.

11^o LA « MALADIE DES TACHES BRUNES » ET SES ÉVENTUELS RAPPORTS AVEC *Dothichiza populea* SACC. ET BRIARD.

1^o *Généralités.* — Ce facies maladif a été observé au cours des dernières années sur de jeunes plants au cours de leurs premières années de plantation.

Cette maladie qui a été rencontrée au cours de nos observations relatives au *Dothichiza* a été signalée également par différents auteurs en Allemagne.

2^o *Description de la maladie.* — La maladie se traduit par des taches de coloration brun noirâtre sur l'écorce au printemps et tout spécialement en mars et avril.

Ces taches s'observent surtout au niveau des bourgeons, des étages de végétation, mais peuvent aussi se rencontrer en d'autres points des jeunes troncs. Ces taches se voient particulièrement bien par temps humide, ou en passant une éponge imbibée d'eau sur l'écorce; elles peuvent avoir de quelques millimètres à 4 ou 5 centimètres de plus grande largeur et se rencontrent surtout sur les parties lisses de l'écorce.

Au bout de quelques semaines, quand les conditions météorologiques sont favorables, l'écorce se bombe au niveau de ces taches

et finit par éclater: par la fente s'écoule un liquide le plus souvent coloré.

Par la suite, ces zones altérées se dessèchent et une cicatrisation qui semble totale se réalise au bout d'une ou deux périodes de végétation. Mais si une zone altérée précise semble évoluer assez facilement vers une guérison rapide, on note bien souvent qu'ultérieurement, à côté de la lésion initiale se forment de nouvelles taches.

Si l'on soulève l'écorce avec un couteau au niveau de ces taches brunes, le bois se présente fortement coloré en brun marron mais sur une zone bien localisée.

Cette affection semble entraîner rarement la mort du plant atteint, mais peut provoquer une diminution des qualités du bois.

3^o *Les causes — supposées — de cette affection.* — Cette maladie a attiré notre attention par sa présence assez fréquente sur des plants atteints de *Dothichiza* dans différentes plantations de l'Oise et de l'Aisne, ainsi que dans des pépinières de ces mêmes départements.

Nous nous sommes limités à rechercher les organismes que l'on peut isoler au niveau de ces lésions.

Nous avons utilisé la méthode classique des isolements — prélèvement d'éclats de bois et mise en culture en boîte de Pétri sur différents milieux nutritifs — et les prélèvements étant échelonnés sur différentes semaines au printemps nous avons isolé :

- des *Fusarium*,
- différents *saprophytes*,
- des *bactéries* en bâtonnet,
- du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

Nous insistons sur cette présence assez fréquente du *Dothichiza*, mais nous nous gardons bien d'attribuer à ce parasite seul cette forme d'altération. Des études approfondies sont à entreprendre à ce sujet.

CONCLUSIONS

Les résultats de cette expérimentation conduite au Laboratoire et sur le terrain, nous amènent aux conclusions suivantes :

Le travail effectué sur le terrain nous a permis de constater que (fig. 54) :

a) Une vaste possibilité de **contamination** est due au fait que les pycnides (qui apparaissent à partir du mois de mars et qui nécessitent pour leur bonne formation une température de 2 à 6° C) renferment des spores une grande partie de l'année et, si leur nombre diminue avec le temps, il n'en reste pas moins vrai que la possibilité de contamination demeure, car la viabilité des spores est d'au moins cinq années. Un état hygrométrique élevé favorise la dissémination des spores et, par suite, la contamination.

b) En ce qui concerne la **pénétration** du parasite, des milliers d'inoculations réalisées soit par application simple de l'inoculum à la surface de l'écorce, soit par mise en contact avec les parties profondes de l'écorce par voie de blessure, ont prouvé de façon indiscutable qu'une **porte d'entrée** naturelle ou provoquée est absolument **nécessaire** pour que la pénétration du parasite puisse se réaliser. Des facteurs propres au végétal, comme la rugosité de son écorce, favorisent la fixation et la mise en place des spores.

c) Toutefois, le parasite n'est pas susceptible de s'implanter au sein du végétal à tout moment de l'année; l'arbre n'est **sensible** que pendant une période bien définie de l'année qui se situe **entre l'arrêt de la végétation et la reprise de celle-ci**. Le parasite ne pourra se développer au sein des tissus végétaux que d'octobre à mars (compte tenu cependant des variations liées aux conditions météorologiques de l'année envisagée). Par son mode de sporulation (pycnides plus ou moins ouvertes) et par l'importance de l'inoculum, le parasite peut se rencontrer sur le végétal hors de cette période.

d) Une fois installée, la maladie continue son **développement** qui peut se poursuivre au delà du printemps, parfois jusqu'en août-septembre. Si le plant est vigoureux et placé dans de bonnes conditions, l'évolution ne conduit pas nécessairement à la mort : un plant

attaqué n'est pas obligatoirement un plant condamné: on peut assister à des réactions tissulaires qui aboutissent à une cicatrisation et à une guérison, mais cela est assez rare, et, dans bien des cas, l'évolution a pour conclusion la mort de l'arbre. Si l'arbre ne meurt pas, il est constaté que dans 15 à 20 p. 100 des cas, le mycélium de *Dothichiza* peut se conserver plus d'un an dans les zones altérées.

e) Un degré hygrométrique assez élevé — supérieur à 80 p. 100 — et des températures relativement basses — comprises entre -6° et 12° — sont des plus favorables pour l'implantation de la maladie et, un degré hygrométrique supérieur à 85 p. 100 et une température variant entre 10 et 15° C sont les conditions qui conviennent le mieux pour l'évolution de *Dothichiza populea*.

Le parasite est très plastique du point de vue exigences climatiques, ce qui explique partiellement sa vaste répartition.

f) Parmi les cultivars les plus utilisés en France, le *Populus* $\times$ *euramericana* cv. 'robusta' apparaît comme étant le plus sensible, et le *Populus* $\times$ *euramericana* cv. 'I 214 Casale', le moins sensible.

g) Les façons culturales se traduisent toujours par une action favorable sur le végétal qui se trouve ainsi dans de meilleures conditions pour lutter efficacement contre le parasite.

L'étude réalisée au Laboratoire des caractéristiques physiologiques de ce champignon a permis d'apporter des précisions sur les points suivants:

a) La germination des spores se réalise, en règle générale, au niveau de l'extrémité apicale de ces dernières. Le tube germinatif est grêle, hyalin, lisse, et il se cloisonne assez rapidement.

b) De 3 à 30° on constate, pour les spores, un pourcentage de germination appréciable et une croissance mycélienne nette. C'est aux environs de 20° C que se situe le meilleur développement. Des essais réalisés à des températures progressivement basses ont montré que le parasite supporte sans dommage des températures de -35° C pendant dix jours.

c) Une faible concentration en spores donne les meilleurs résultats en ce qui a trait à la germination de ces dernières.

Période de sensibilité du végétal

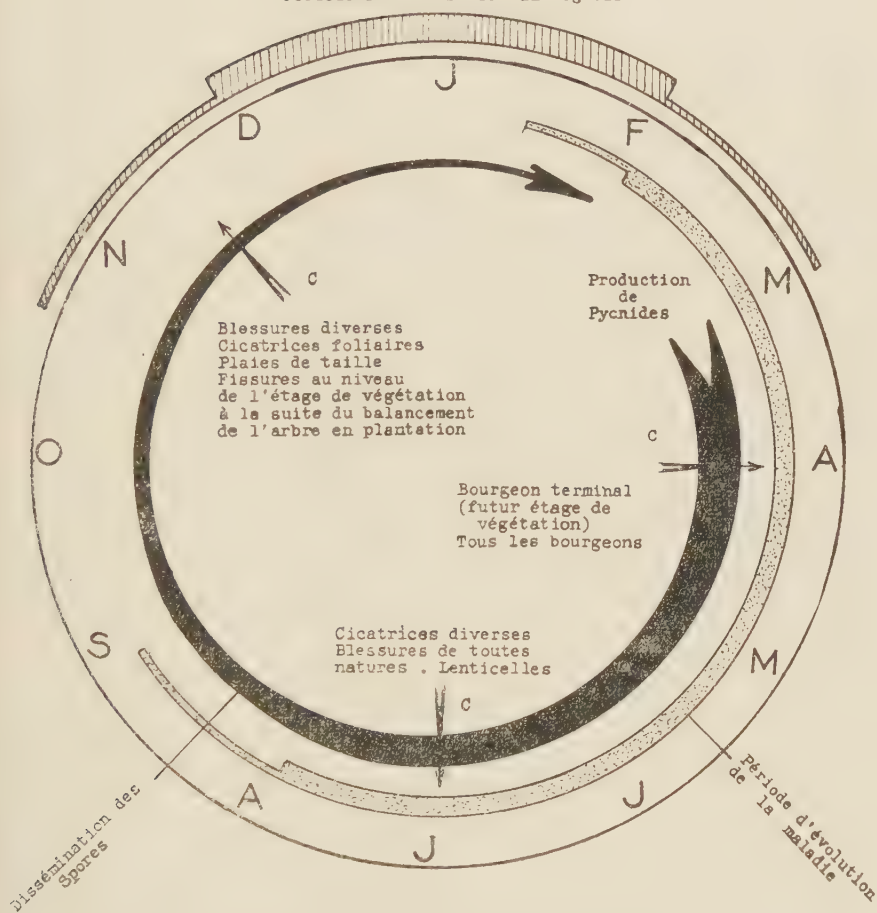


FIG. 54. — Cycle d'évolution du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

d) L'obscurité permet un pourcentage de germination plus élevé et des tubes germinatifs de plus grande longueur en un temps donné. Les périodes hivernales au cours desquelles l'éclairement est réduit concourent donc à la bonne réussite des infections.

e) Un milieu ayant un pH de 6,5 est le plus favorable pour la germination des spores. Au dessous de pH 3, et au-dessus de pH 9 aucune germination n'est plus observée.

f) La longévité des spores s'étale sur au moins cinq années et, si le pourcentage de germination diminue avec le temps, la rapidité de germination des spores et la longueur des tubes germinatifs obtenus en un temps donné augmentent avec l'âge des spores.

g) Sur un milieu convenablement pourvu en éléments nutritifs, la croissance mycélienne se situe aux environs de 2 à 3 millimètres par jour. Cette progression du mycélium est plus lente sur le végétal.

Il ne semble pas que *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm représente la forme parfaite de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

Dothichiza populea se retrouve assez souvent dans la flore fongique isolée au niveau des altérations désignées sous le nom de « maladie des taches brunes ».

Dothichiza populea Sacc. et Briard nous apparaît comme un parasite d'une grande plasticité, ce qui contribue à sa large extension.

GRAPHIQUES EXPRIMANT LES RÉSULTATS DE L'EXPÉRI-
MENTATION RÉALISÉE SUR *Dothichiza populea* SACC. ET
BRIARD DANS LES CENTRES DE NOYON (OISE) ET
CHEVRIÈRES (OISE), AU COURS DES ANNÉES 1955-1956.

Les *conditions météorologiques* des années 1955-1956 sont portées dans la partie supérieure de ces graphiques.

— Les ordonnées (0 à 100) mentionnées à droite, sont valables pour le degré hygrométrique, ainsi que pour les chutes de pluies mensuelles (exprimées en millimètres).

— Les ordonnées (0,10...) mentionnées à gauche, intéressent les températures moyennes, maxima et minima (moyennes mensuelles exprimées en degrés centigrades pour chacune de ces températures).

L'intensité des attaques, ainsi que le *pourcentage de réussite des inoculations* sont consignées dans la partie centrale des graphiques.

Pour chacun des cultivars (R : robusta, S : serotina de Champagne, V : virginiana, I : I 214) les résultats obtenus en bonnes (+) et mauvaises (—) conditions sont consignés.

Les barres réalisées en noir traduisent le pourcentage de réussite des inoculations (l'échelle des pourcentages est indiquée dans la partie gauche).

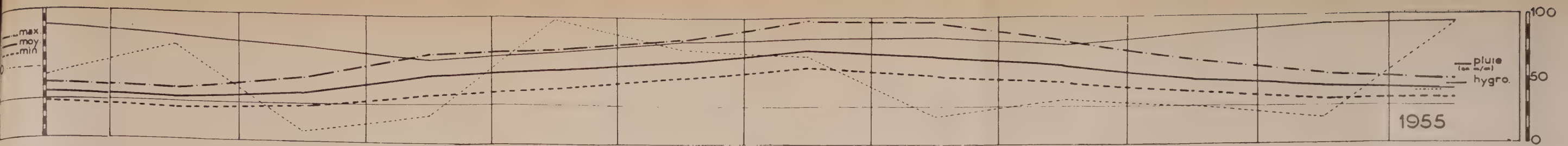
Les barres réalisées à l'aide de fines hachures correspondent aux intensités des attaques (l'échelle permettant de mesurer l'intensité des attaques se confond avec celle utilisée pour le pourcentage de réussite des inoculations).

— le pourcentage de réussite des inoculations est calculé comme il a été indiqué dans la seconde partie (chapitre III, paragraphe 4 : Transcription et interprétation des résultats);

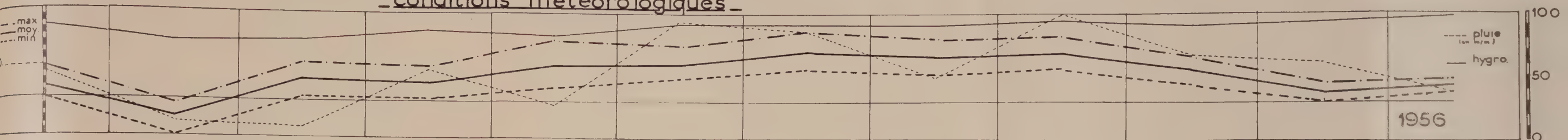
— l'intensité des attaques est obtenue en additionnant les résultats d'inoculations correspondantes sur cultivars identiques placés dans des conditions semblables (pour les cotations utilisées, voir chapitre III; paragraphe 3 : Les notations).

L'évolution de la maladie est traduite dans la partie inférieure des graphiques. Nous avons séparé les résultats obtenus dans les bonnes (+) et les mauvaises (—) conditions et ce pour chaque cultivar.

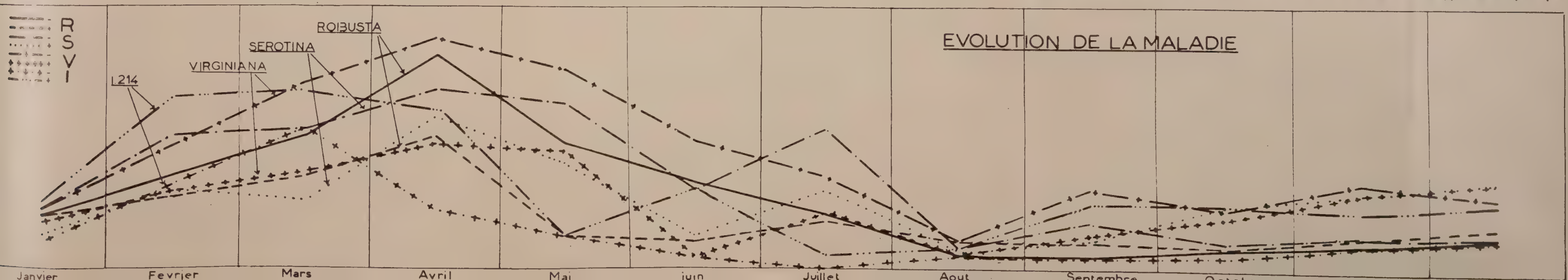
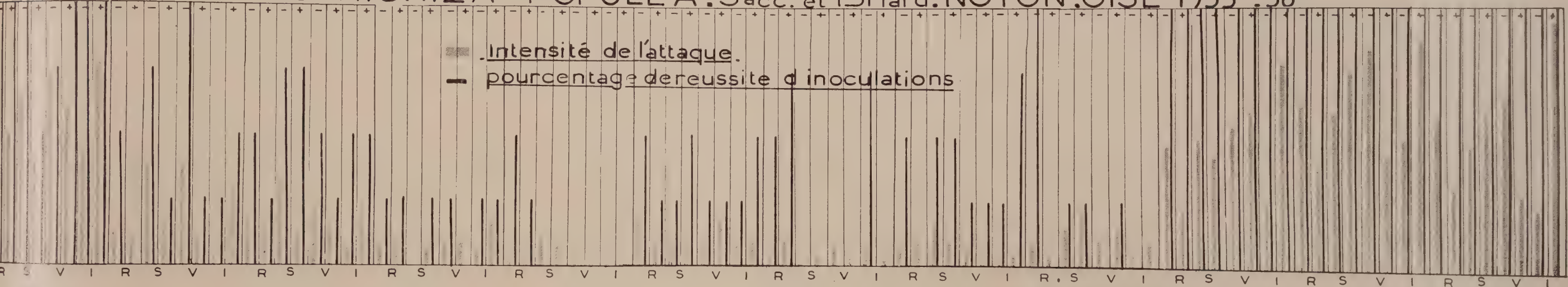
Le degré d'évolution de la maladie à une période précise s'obtient en additionnant — pour tous les cultivars semblables placés dans les mêmes conditions — les résultats obtenus lors de cette période (mois donné) pour un cycle complet d'inoculations (12 mois).



conditions météorologiques



DOTHICHIZA POPULE A. Sacc. et Briard. NOYON. OISE 1955-56



QUATRIÈME PARTIE

ÉTUDE DE *CYTOSPORA CHRYSOSPERMA*

(PERS.) FR.

Chapitre premier

CARACTÉRISATION ET DESCRIPTION DE LA MALADIE ET DU PARASITE

- 1° GÉNÉRALITÉS. POSITION SYSTÉMATIQUE.
- 2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.
- 3° DESCRIPTION DE LA MALADIE.
- 4° ASPECT MICROSCOPIQUE DU *Cytospora chrysosperma*.
 - 1° Pycnides.
 - 2° Pycniospores.
 - 3° Mycélium.
- 5° PARASITE EN CULTURE.

Chapitre II

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES

A) L'EXPÉRIMENTATION AU LABORATOIRE

- 1° MODE DE GERMINATION.
- 2° INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DU MILIEU SUR LA GERMINATION DES SPORES.
- 3° INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN SPORES.
- 4° INFLUENCE DE LA LUMIÈRE SUR LA GERMINATION DES SPORES ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS.
- 5° LONGÉVITÉ DES SPORES.
- 6° RÉSISTANCE AU FROID DU MYCÉLIUM.
- 7° ÉTUDE DE LA VITESSE DU DÉVELOPPEMENT MYCÉLIEN.

B) L'EXPÉRIMENTATION SUR LE TERRAIN

- 1^o LA PÉNÉTRATION DU PARASITE.
- 2^o LES PÉRIODES DE SENSIBILITÉ DU VÉGÉTAL.
- 3^o LA PRODUCTION DES PYCNIDES.
- 4^o LES PÉRIODES D'INSTALLATION DU PARASITE.
- 5^o L'ÉVOLUTION DE LA MALADIE.
- 6^o INFLUENCE DE LA TAILLE SUR LA PROPAGATION DU
Cytospora chrysosperma (Pers.) Fr.
- 7^o INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES.
- 8^o DIFFÉRENCE DE SENSIBILITÉ DES QUATRE CULTIVARS
SOUMIS A L'EXPÉRIMENTATION.
- 9^o INFLUENCE DES FAÇONS CULTURALES.

CONCLUSION

Chapitre premier

CARACTÉRISATION ET DESCRIPTION DE LA MALADIE ET DU PARASITE

1^o GÉNÉRALITÉS. POSITION SYSTÉMATIQUE

Ce champignon est caractérisé par un stroma d'abord sous-épidermique, puis superficiel, en forme de verrue, renfermant un certain nombre de loges disposées en groupe et s'ouvrant par un ostiole commun. Les pycniospores sont très petites, cylindriques arquées, simples, hyalines. Elles sont expulsées en masses réunies en un ruban gélatineux, ou cirrhe, de couleur orangé.

Cytospora chrysosperma est un **Adéломycète**-Sphaerioidacées; il est considéré par Münch (1909), Diedicke (1912), Povah (1921), Grove (1923), Schreiner (1931), comme la forme imparfaite de l'**Ascomycète** *Valsa sordida* Nitschke.

2^o RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Ce champignon se trouve principalement en Amérique et en Europe, mais Togashi (1924) l'a rencontré au Japon, Petrak et Esfandiari (1941) en Iran, et Evans (1922) en Afrique du Sud.

Nous l'avons rencontré en Belgique, Hollande, Allemagne, Suisse, Italie, Espagne, France. L'intensité des attaques a été très importante en France au cours des dernières années.

3^o DESCRIPTION DE LA MALADIE

On aperçoit sur l'écorce des taches de coloration brune allant jusqu'au noir. Ce sont les premiers symptômes de la maladie. Très souvent aussi l'écorce devient brun foncé et les tissus sous-jacents

prennent rapidement une teinte noire, mate, uniforme. Sur les branches de faible diamètre le parasite s'étend en anneaux, ce qui entraîne le dépérissement de la partie supérieure du rameau sans réaction apparente de la plante. Sur les branches plus fortes on observe de petites dépressions brunes avec un cal de cicatrisation.

A un stade plus évolué de la maladie on observe la formation de pycnides noirâtres. Le corps de la pycnide reste inclus dans l'écorce; son sommet seul devient apparent; celui-ci est pourvu d'un pore ou ostiole. Par temps humide et surtout après la pluie, se manifeste l'expulsion des spores nées dans la pycnide; cette émission a lieu sous forme d'un cordonnet muqueux linéaire ou spiralé - cirrhe - dont la couleur varie du jaune orangé à l'orange vif suivant l'état hygrométrique de l'air (fig. 55).

Au stade final de l'évolution de la maladie, l'écorce se dessèche et se déchire en lanières; le bois qui était parcouru initialement par des bandes rouge-brunes vire progressivement au noir.

4° ASPECT MICROSCOPIQUE DU *Cytospora chrysosperma*

1° *Pycnides*.

a) Aspect extérieur. — Ces pycnides se présentent sous forme de petites pustules de 0,5 à 1 millimètre de diamètre; elles apparaissent de mars à avril, c'est-à-dire à peu près en même temps que celles de *Dothichiza populea*, mais leur taille et surtout leur peuplement beaucoup plus dense permettent de ne pas les confondre.

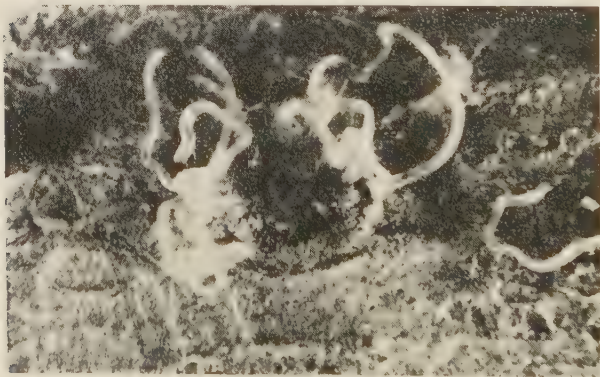


FIG. 55. — Cirrhes orangés sortant de pycnides de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. sur rameaux de *Populus euramericana* cv. 'robusta' de 4 ans (Séry-les-Mézières).

b) Coupe. — Si du point de vue extérieur il peut y avoir parfois une légère difficulté pour identifier les pycnides de *Dothichiza* et de *Cytospora*, une différence fort nette entre la structure des pycnides permet de les distinguer sans difficulté.

Alors que chez le *Dothichiza* nous trouvons des pycnides patelliformes ou en gobelet, nous avons ici des pycnides renfermant un certain nombre de loges disposées en groupe et s'ouvrant par un ostiole commun (fig. 56).

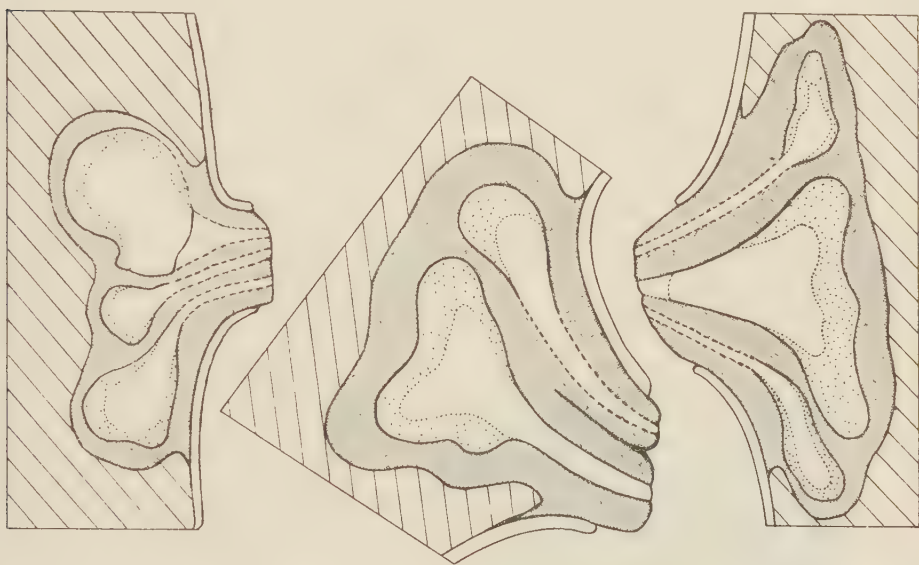


FIG. 56. — Coupes transversales pratiquées dans des pycnides de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.

2° *Pycniospores*.

Très petites, cylindriques, arquées, simples, hyalines (fig. 57).

Sur de très nombreuses mensurations, sur des échantillons provenant de diverses origines, nous avons trouvé comme longueur maxima : $5,13 \mu$, et comme longueur minima : $2,80 \mu$; pour largeur maxima : $2,10 \mu$ et pour largeur minima : $0,50 \mu$ (ces mesures sont des mesures extrêmes, mais les moyennes correspondent aux dimensions : $3,5-5 \times 0,8-2 \mu$).



FIG. 57. — Pycniospores de *Cylospora chrysosperma* (Pers.) Fr.

3° Mycélium.

Le mycélium est hyalin et son diamètre moyen est d'environ 2 μ .

5° LE PARASITE EN CULTURE

Sur milieu solide à base de Malt-agar ou à base de carotte, les cultures présentent des aspects semblables. Le développement mycélien se manifeste par une trainée blanchâtre avec progression rapide vers le bord du tube, ou de la boîte de Pétri.

En sept jours, à la température ordinaire d'une pièce (18, 20°), la couleur blanche du mycélium devient progressivement chamois. Après dix jours, la zone à partir de laquelle s'est fait le développement initial montre une plage tournant au vert noirâtre. Après quinze jours, le mycélium aérien est cotonneux dans son ensemble

et recouvre complètement la surface de culture qui lui est offerte. Des variations de couleur allant du chamois, au gris, et au vert bouteille, se manifestent parfois. Un à deux mois après l'ensemencement de la boîte ou du tube, on note sur le pourtour de la culture l'apparition de pycnides noirâtres. Ces pycnides ont de 1 à 2 millimètres de diamètre; elles ne tardent pas à émettre des cirrhes qui s'appliquent contre la paroi de verre; certains de ces cirrhes restent dressés et les autres s'aplatissent sur le milieu de cultures. Le mycélium qui se développe dans la profondeur du milieu et à la surface même du milieu présente un aspect noirâtre, tandis que le mycélium se développant de façon aérienne à la surface de la culture est de couleur blanche ou chamois. Cet aspect s'observe au bout d'un mois environ de mise en culture.

Dans les cultures anciennes, le mycélium aérien devient graduellement « mouillé »; il s'aplatit et adhère à la surface du milieu; sa couleur varie du gris souris au noir. Ça et là des parties blanchâtres s'élèvent au-dessus de la culture; ces efflorescences mycéliennes sont hémisphériques, ont de 3 à 6 millimètres de diamètre et cachent une pycnide en formation. Un mois environ après ce stade, la pycnide, arrivée à maturité émet un long cirrhe orangé.

Les cultures réalisées en boîte présentent les mêmes caractères généraux, mais le mycélium aérien, après trois semaines de culture, a sa couleur qui vire au gris souris dans le centre de la boîte. Sur le pourtour de celle-ci on observe une marge de couleur



FIG. 58. — Culture de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. sur branchettes de Peuplier et éclats de bois fichés sur milieu nutritif à base de carotte. Cette technique nous a permis (comme pour les cultures de *Dothichiza*) d'obtenir rapidement de nombreuses pycnides

blanche ou chamois. De nombreuses pycnides sont en formation sur toute la plage de culture. A maturité, ces pycnides émettent de nombreuses pycniospores qui ne sont pas, la plupart du temps, agglutinées sous forme de cirrhe, mais se rassemblent sous forme d'une masse rouge orangé au niveau de l'ostiole de la pycnide.

La formation des pycnides et l'émission des spores peuvent se faire deux à trois mois après la mise en culture: cela dépend de la composition et de la quantité de milieu, de la température et de l'état hygrométrique de l'air dans lequel se trouve la culture.

Nous avons réalisé la majorité de nos cultures de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. sur des morceaux de carotte et sur des éclats de bois de Peuplier avec écorce (fig. 58) (toujours en tube étranglé); des cultures ont aussi été faites dans des Erlenmeyer (fig. 58).

Les cultures réalisées sur de tels milieux se développent rapidement et l'on obtient ainsi facilement la formation de pycnides et de cirrhes (fig. 60).

Pour les cultures **sur carotte**, le mycélium enrobe totalement la carotte au bout de huit-dix jours; ce mycélium est blanchâtre, cotonneux. La coloration blanchâtre vire au bout de trois semaines environ au gris puis au vert bouteille et même au noir. Au bout d'un mois et demi à deux mois on observe la formation de protubérances arrondies noirâtres qui correspondent aux pycnides (fig. 59).

Pour les cultures **sur bois**, la progression mycélienne est **un peu plus lente que sur carotte**; le mycélium est étroitement appliqué au substrat; on observe au bout de deux mois la formation de cirrhes orangés remarquables par leur longueur (plusieurs millimètres).

Observation microscopique. — Dans toutes ces cultures, le mycélium aérien est hyalin, d'un diamètre relativement uniforme variant de 2 à 4 μ ; ce mycélium est cloisonné et les cloisons sont très espacées.

Le mycélium interne est de couleur gris neutre noirâtre; le plus souvent, plusieurs filaments se joignent en un long faisceau. Le mycélium interne noirâtre ne pénètre pas profondément dans le substrat qui lui est offert, mais est limité à la couche superficielle.



FIG. 59. — *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. en culture sur branchettes de *Populus*, on note l'apparition de nombreuses pycnides émettant de longs cirrhes orangés.



FIG. 60. — Agrandissement de pycnides émettant des cirrhes oranges (pycnides obtenues sur éclats de bois de Peuplier — avec écorce — en tube étranglé).

Chapitre II

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DU PARASITE

A) L'EXPÉRIMENTATION AU LABORATOIRE

1^o MODE DE GERMINATION

Le mode de germination des spores a été suivi de la même manière que pour le *Dothichiza*, c'est-à-dire en cellule de Van Tieghem dans une goutte d'eau de pluie et sur films gélosés de différents milieux (malt-agar, orge, carotte, czapeck).

Nous observons tout d'abord un gonflement de la spore; ses dimensions triplent approximativement.

L'émission du tube germinatif se fait le plus souvent par **une** des extrémités de la spore, mais sur certains milieux — carotte et Czapeck — nous avons observé que quelques spores émettaient un tube à chacune de leurs extrémités. La germination latérale se rencontre parfois aussi sur ces mêmes milieux.

Le tube germinatif commence à se manifester entre quinze et vingt-quatre heures. Ceci s'entend pour une expérimentation réalisée à une température voisine de 20° C.

Le mycélium est grêle, hyalin, lisse, non cloisonné, et a 2 μ de large.

2^o INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DU MILIEU SUR LA GERMINATION DES SPORES

a) *Conditions de l'essai.* — La germination a été suivie sur film gélosé à base de différents milieux nutritifs : carotte, orge, Czapeck.

La concentration en spores utilisées a été dans tous les cas de l'ordre de 5.000 à 8.000 au millimètre cube.

Six répétitions ont été réalisées dans tous les cas, et nous avons expérimenté à 3, 7, 12, 16, et 21° C.

Comme lors de l'essai effectué avec le *Dothichiza*, nous avons étudié l'effet des températures élevées jusqu'à l'obtention de la mort des spores.

b) *Résultats* (voir tableau page suivante).

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE ET DU MILIEU SUR LE POURCENTAGE DE GERMINATION
ET LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

CAROTTE	CZAPECK	ORGE	EAU	TEMPS (heures)	TEMPÉ- RATURE (degrés centigr.)
Gonflement des spores Elles augmentent de 4 à 6 fois de volume	Gonflement des spores	Léger gonflement	Léger gonflement	72	
Gonflement des spores Elles augmentent de 4 à 6 fois de volume	5 % de germination Tubes de 1 à 2 μ	Léger gonflement	Léger gonflement	96	
Germination : 80 % 1 pore par spore Tubes de 10 μ .	Germination : 80 %. Tubes de 10 μ 2 pores par spore sur 50 % des spores	1 % de germination	Léger gonflement	120	3
Tubes de 10 à 12 μ Germination toujours de 80 %	Tubes de 10 à 15 μ Germination toujours de 80 %	Germination de 2 % Tubes courts, ne dépassant pas 4 μ	Léger gonflement Pas de germination	144	
Gonflement	10 % de germination, 1 seul pore germinatif apical ou latéral Tubes de 5 à 7 μ	5 % de germination Pointes germinatives de 1 μ	Pas de gonflement	72	
80 % de germination Tubes de 10 à 20 μ 2 pores germinatifs sur 20 % des spores	90 % de germination Tubes de 10 μ Tubes de 20 μ 2 pores germinatifs sur 30 % des spores	80 % de germination Tubes de 3 à 6 μ 2 pores germinatifs sur 40 % des spores	Léger gonflement	96	7
Tubes de 15 μ de moyenne	Tubes de 10 à 20 μ 90 % de germination	Tubes de 10 μ 80 % de germination	5 % de germination Tubes de 2 à 4 μ	120	
Tubes de 120 à 160 μ	Tubes de 20 à 40 μ 40 % germent par 2 pores	Tubes de 10 à 30 μ 70 % des spores germent par 2 pores	5 % tubes de 2 à 4 μ	144	

Gonflement de 5 % des spores 20 % de germination Tubes de 4 à 6 μ de moyenne	Gonflement de 20 % des spores Gonflement de 40 % des spores Germination de 3 % des spores Tubes de 2 à 4 μ Tubes de 10 μ 2 pores germinatifs sur 40 % des spores	Pas de gonflement Gonflement de 10 % des spores Gonflement de 10 % des spores	Pas de gonflement Pas de gonflement Léger gonflement	24 48 72	12
Gonflement de 95 % des spores Germination : 15 % Pore latéral ou apical 60 % de germination 10 % germent par 2 pores Tubes de 30 μ , certains ont 80 μ Tubes de 40 à 200 μ	Gonflement de 50 % des spores 10 % de germination Tubes de 4 à 10 μ 20 % de germination Tubes de 40 à 120 μ 1 ou 2 ramifications par tube	Gonflement de 60 % des spores Pas de germination 95 % de germination Tubes de 10 à 40 μ 5 % des tubes ramifiés	Pas de gonflement Léger gonflement Gonflement des spores à leurs deux extrémités	24 48 72	16
Gonflement de 90 % des spores 40 % de germination Tubes de 10 à 30 μ Tubes de 120 μ en moyenne 20 % de ramifiés, 2 μ de large 70 % de germination 70 % de germination Tubes parfois ramifiés filiformes et serpenteuses, 400 à 500 μ de long 2 μ de large	Gonflement de 60 % des spores Germination : 2 % 90 % de germination 1 seul pore germinatif Tubes de 10 à 40 μ 90 % de germination 1 seul pore germinatif Tubes de 20 à 50 μ 1 ramification par tube sur 20 % des spores	Gonflement de 20 % des spores Germination : 5 % Tubes de 10 à 25 μ Germination de 90 % des spores 1 seul pore germinatif Tubes filiformes, ramifiés de 200 μ , 4 à 6 ramifications 95 % de germination Nombreuses ramifications sur les tubes Tubes de 500 à 600 μ	Léger gonflement des spores Gonflement des spores Germination : 2 % Tubes de 20 μ de long.	24 48 72	21

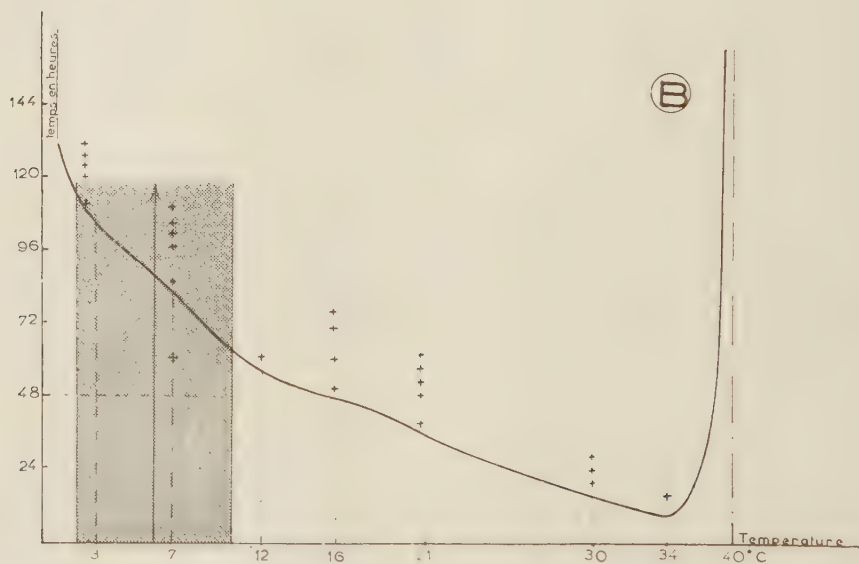
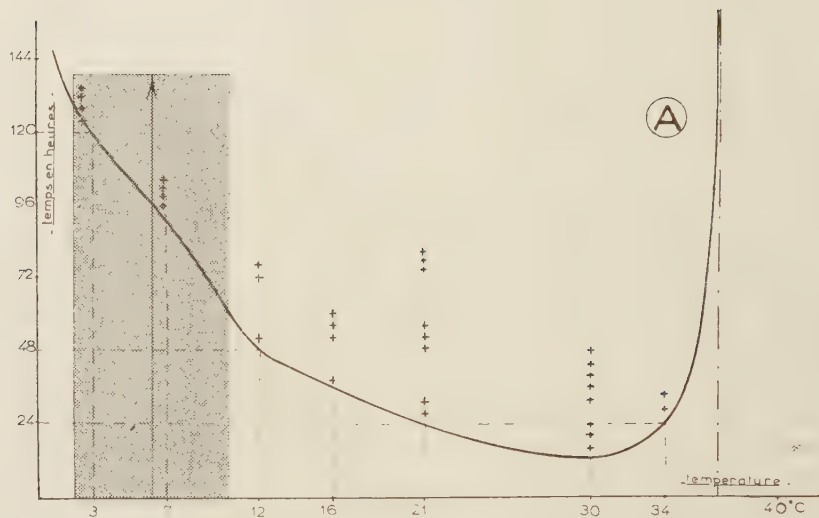


FIG. 61.

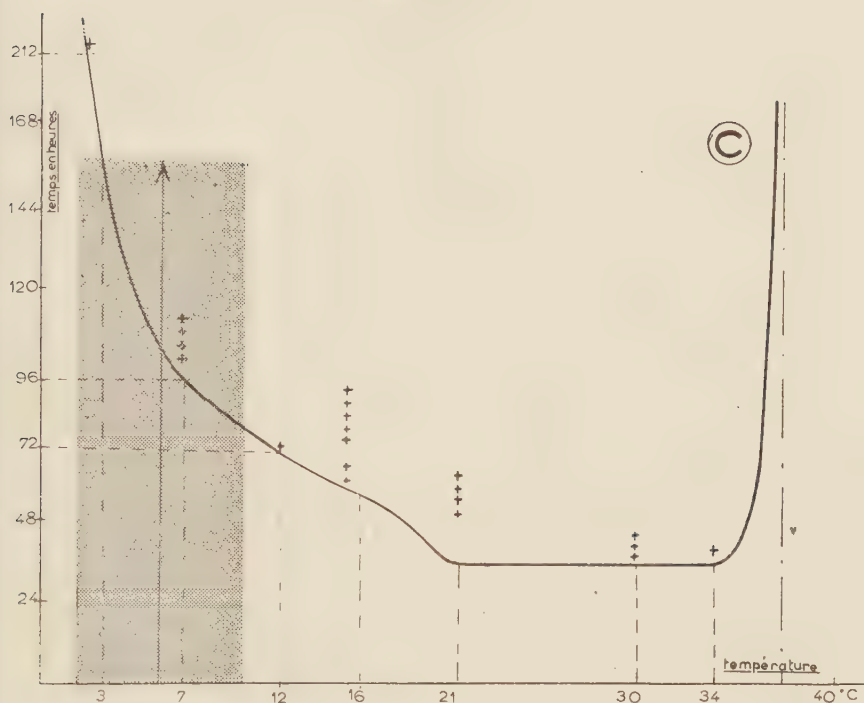


FIG. 61. — Temps de germination de 20 % (au minimum) des spores de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.

A : sur milieu gélosé à base de carotte. — B : sur milieu de Czapeck. — C : sur milieu gélosé à base d'orge.

Nous n'avons pas mentionné dans notre tableau les hautes températures; pour ces dernières :

1° A 30°, on note un optimum de germination avec 90 p. 100 de germination en vingt-quatre heures, mais, comme pour le *Dothichiza*, il se produit un ralentissement du développement mycélien.

2° A 34°, le pourcentage de germination est encore de 50 p. 100 en vingt-quatre heures, mais le ralentissement du développement mycélien s'accroît. On assiste à une ramification précoce des filaments mycéliens.

3° A 38°, nous observons le gonflement de 10 p. 100 des spores; ces spores ramenées à une température normale ne germent cependant plus.

4° A 40°, les spores sont tuées.

c) *Conclusions* (fig. 61, A, B, C et fig. 62, A, B, C). — De 3 à 30°, il y a donc un pourcentage de germination appréciable et une pousse nette; on peut faire les mêmes remarques générales que pour le

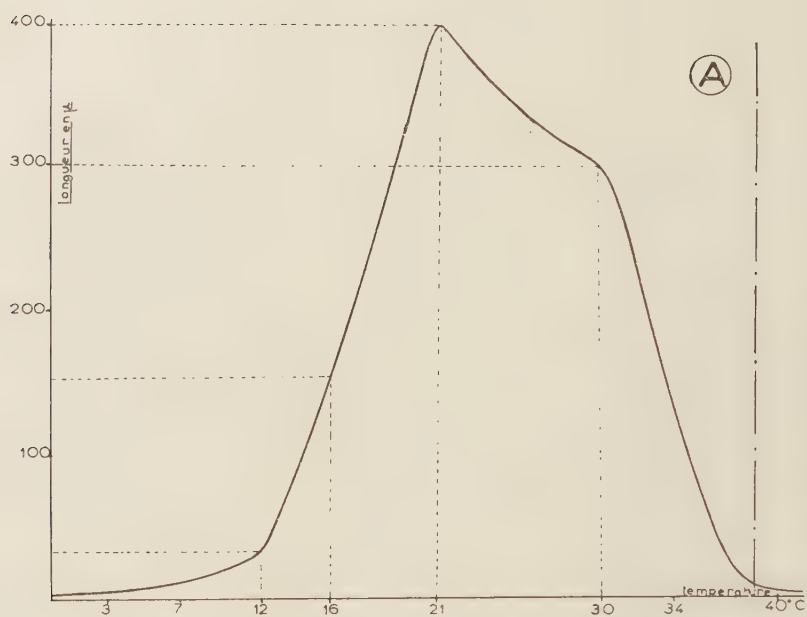


FIG. 62.

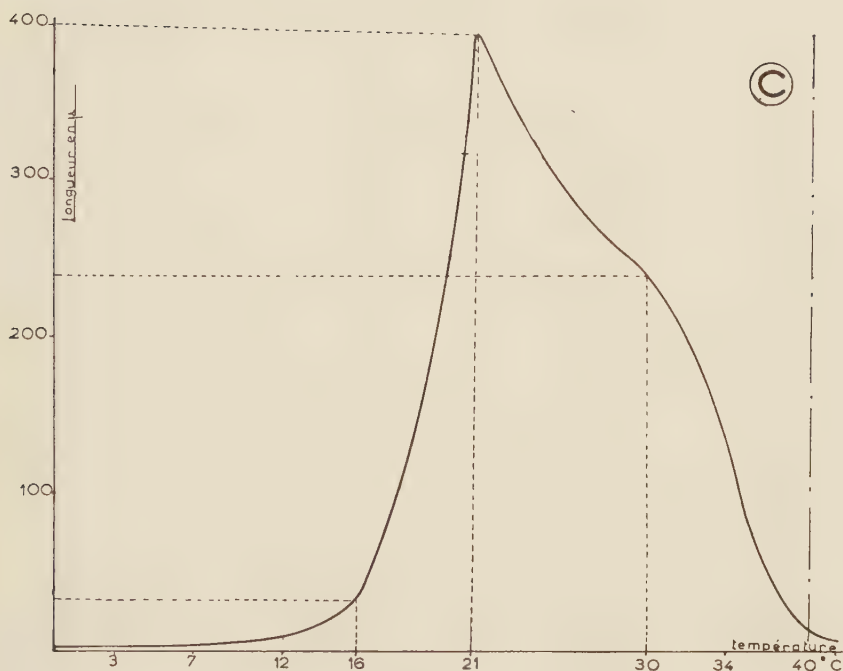


FIG. 62. — Longueur des tubes germinatifs de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. au bout de soixante-douze heures.

A : sur milieu gélosé à base de carotte. — B : sur milieu de Czapeck. — C : sur milieu gélosé à base d'orge.

Dothichiza, à savoir que les conditions rencontrées par le parasite durant la période de sensibilité de l'arbre sont propices au développement de la maladie, et nous pouvons encore établir une corrélation étroite entre les résultats de l'expérimentation au Laboratoire et les résultats de l'expérimentation sur le terrain.

3° INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN SPORES

a) *Conditions de l'essai*. — La germination a été suivie dans tous les cas en cellule de Van Tieghem sur film gélosé à base de carotte.

La température de l'expérimentation a été de 21° C et les concentrations utilisées de 500, 5.000, 10.000, 100.000 et 500.000 spores au millimètre cube. Nous avons pu utiliser des concentrations assez fortes car nous avons à faire à des spores de petite taille : $3,5-5 \times 0,8-2 \mu$.

b) *Résultats* (voir tableau page suivante).

INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN SPORES SUR LE POURCENTAGE DE GERMINATION
ET LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

HAUTEUR	500 mm ³	5 000 mm ³	10 000 mm ³	100 000 mm ³	500 000 mm ³
	70 %	20 %	% de germination : 30 %	40 %	20 %
21	Les spores gonflent avant de germer 40 % germent par 2 pores Longueur des tubes : 40 μ	40 % des spores sont gonflées 40 % de celles qui germent le font par 2 pores Longueur des tubes : 10 à 20 μ	Les spores gonflent avant de germer Longueur des tubes : 10 μ	Les spores gonflent avant de germer Longueur des tubes : 10 μ	Les spores gonflent avant de germer Longueur des tubes : 5 à 8 μ
	90 %	60 %	% de germination : 32 %	42 %	25 %
48	Tubes de 200 μ 30 % de tubes ramifiés 4 à 8 ramifications de 80 μ par tube	Tubes de 80 μ 5 % de tubes ramifiés 1 à 2 ramifications de 10 à 15 μ par tube	Tubes de 40 μ 40 % de spores ont germé, par 2 pores Pas de ramifications	Tubes de 15 μ Pas de ramifications	Tubes de 10 μ Pas de ramifications
	90 %	60 %	% de germination : 32 %	42 %	25 %
72	Tubes de 400 μ Ramifications de 80 à 200 μ	Tubes de 120 μ 2 à 4 ramifications de 40 μ par tube	Tubes de 80 μ 50 % des tubes sont ramifiés et ont des ramifications de 20 à 40 μ	Tubes de 20 μ , non ramifiés	Tubes de 20 μ , non ramifiés

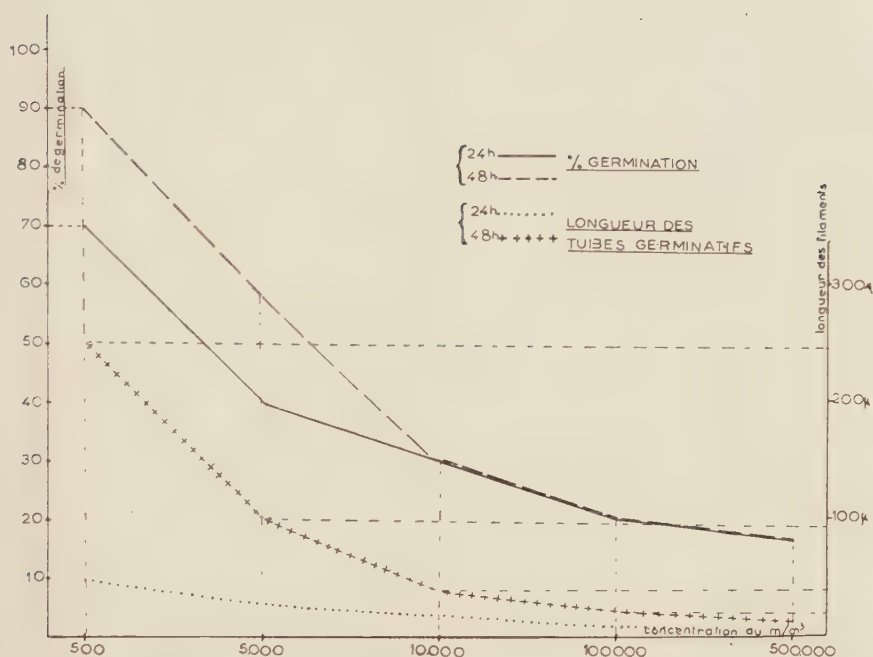


Fig. 63. — Influence de la concentration en spores sur le pourcentage de germination (des spores) et le développement des tubes germinatifs

c) *Conclusions.* — Comme lors de l'essai réalisé à l'aide du *Dothichiza*, le pourcentage de germination le meilleur est obtenu pour la concentration en spores la plus faible, soit 500 au millimètre cube; il en est de même pour la longueur des tubes germinatifs qui atteignent jusqu'à 400 μ aux faibles concentrations contre 20 μ aux concentrations les plus fortes (fig. 63).

Il n'y a donc pas un « effet de masse » qui aurait un rôle favorable pour la germination; quelques spores isolées tombant sur une surface qui offre au mycélium une voie de pénétration facile sont susceptibles de réaliser l'infection.

40 INFLUENCE DE LA LUMIÈRE SUR LA GERMINATION DES SPORES ET SUR LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

a) *Conditions de l'essai.*

Les conditions de l'essai ont été les mêmes que celles respectées lors de l'essai réalisé avec les spores de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard. La température de l'essai a été ici de 17° C.

b) *Résultats.*

INFLUENCE DE LA LUMIÈRE SUR LA GERMINATION ET LE DÉVELOPPEMENT DES TUBES GERMINATIFS

TEMPS DES HEURES	24	48	72
Jour et nuit	0	% de germination : 80	80
	Gonflement de 80 % des spores	Tubes de 40 μ 20 % des spores germent par 2 pores	Tubes de 120 μ A 2 ou 3 ramifications
Jour	5	% de germination : 80	80
	Gonflement de 60 % des spores	Tubes de 120 μ 40 % des spores germent par 2 pores et dans ce cas un tube est plus long que l'autre	Tubes de 2 à 400 μ 30 % des Tubes sont ramifiés
Nuit	2	% de germination : 80	85
	Gonflement de 40 % des spores Tubes de 1 à 2 μ	Tubes de 200 à 400 μ 20 % de tubes ramifiés 40 % des spores germent par 2 pores	4 à 700 μ 50 % de tubes ramifiés Ramifications de 120 à 200 μ

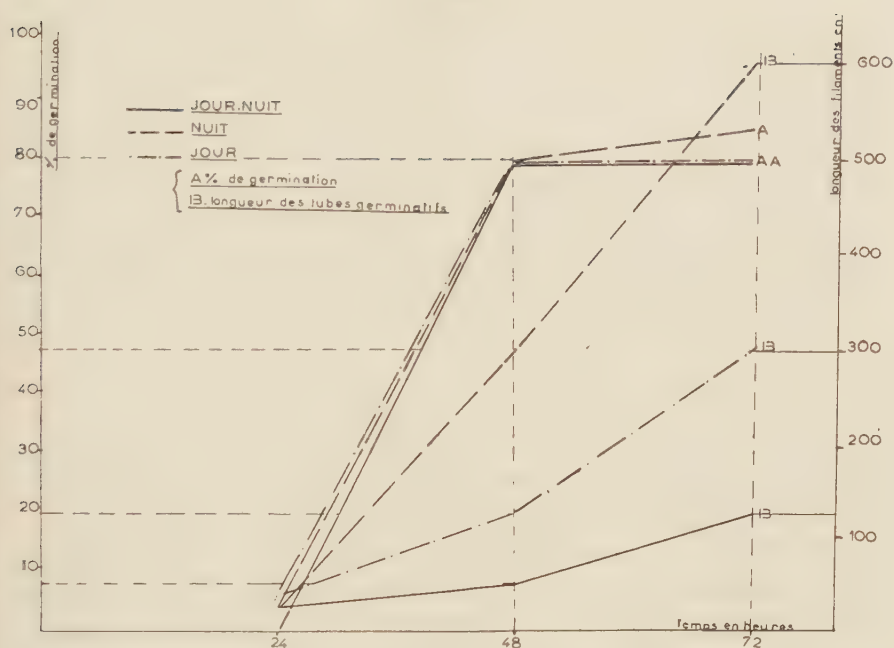


FIG. 64. — Influence de la lumière sur le pourcentage de germination des spores et le développement des tubes germinatifs

c) *Conclusions* (fig. 64).

1° Pourcentage de germination. — Le pourcentage de germination est à peu près le même dans tous les cas, avec malgré tout une légère prédominance pour la germination à l'obscurité (85 % contre 80 % au bout de 72 heures).

2° Longueur des tubes germinatifs. — S'il n'y a pas de grandes différences en ce qui concerne le pourcentage de germination, on note par contre de nettes différences pour la longueur des filaments qui, au bout de soixante-douze heures, sont de 120 μ avec l'alternance normale jour-nuit, et de 700 μ à l'obscurité.

Il y a donc un effet particulièrement favorable de l'obscurité.

Dans la nature, la période particulièrement favorable pour le développement de la maladie est celle d'octobre à janvier-février, c'est-à-dire celle où les conditions d'éclairement sont minima; il est certain que ce facteur « obscurité relative » joue un rôle favorable pour le développement du parasite au cours de cette période.

5° LONGÉVITÉ DES SPORES

Nous avons fait germer en cellule de Van Tieghem, sur film gélosé à base de carotte, des spores de *Cytospora* âgées de six, douze et quatorze mois et, dans chaque cas nous avons obtenu un pourcentage de germination appréciable, ce qui nous permet de conclure, vu la période assez longue de production des pyénides (période qui s'étale sur plusieurs mois), qu'une possibilité de contamination constante existe.

6° RÉSISTANCE AU FROID DU MYCÉLIUM

Nous avons cherché à voir quelle était la résistance au froid du mycélium de *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.

a) *Conditions de l'essai*. — Elles ont été en tous points semblables à celles respectées lors de l'essai à l'aide du *Dothichiza*.

b) *Résultats*. — Nous avons dans tous les cas obtenu une reprise parfaite de la prolifération mycélienne, et des inoculations réalisées ultérieurement en nature sur *Populus* × *euramericana* ex. 'robusta' ne nous ont pas permis de constater de différence avec les inoculations effectuées à l'aide de mycélium non soumis à l'action du froid.

c) *Conclusion*. — La prolifération mycélienne du *Cytospora chrysosperma* n'est pas freinée après un séjour pouvant aller jusqu'à dix jours à des températures basses ou très basses (—35° C).

7° ÉTUDE DE LA VITESSE DU DÉVELOPPEMENT MYCÉLIEN

Nous avons cherché à voir avec quelle vitesse se développait le mycélium de *Cytospora* au Laboratoire et sur le terrain.

a) *Expérimentation au Laboratoire*.

1° *Technique*.

Nous avons utilisé la même technique que celle adoptée dans le cas de l'essai avec le mycélium de *Dothichiza*.

Un milieu nutritif gélosé à base de carotte ainsi qu'un film de gélose pure nous ont servi pour cet essai. La température de l'expérimentation a été de 20° C avec une alternance normale jour-nuit.

2° Résultats.

a) Sur milieu gélosé à base de carotte. — Durant les quinze premiers jours de mise en culture, la croissance est en moyenne de 9,62 mm chaque jour. Cette croissance est régulière.

Ce développement peut être approximativement représenté par une droite du type :

$$y = ax + b$$

dans laquelle les coefficients a et b ont pour valeur :

$$a = 10 \qquad b = -5$$

La droite d'équation :

$$y = 10 x - 5$$

dans laquelle y est exprimé en millimètres et x en jours, nous permet d'avoir approximativement le développement en fonction du temps du mycélium de *Cytospora* sur film gélosé à base de carotte.

b) Sur film de gélose pure. — Après un temps de latence d'une dizaine de jours, le mycélium commence son développement, mais nous avons à faire à un mycélium peu abondant, très clairsemé qui arrive néanmoins en un mois à envahir la totalité de la surface de la boîte de Pétri qui lui est offerte.

3° Conclusions.

Dans les conditions précises de l'expérimentation, le mycélium se développe avec rapidité (puisqu'il progresse de près de 1 centimètre par jour. Cette rapidité de développement se retrouve en nature, et des inoculations réalisées au cours des mois favorables (octobre à mars) se traduisent par une extension rapide de la maladie.

Le mycélium de *Cytospora* possède une vigueur remarquable car il arrive même à se développer sur un milieu dépourvu de tout élément nutritif; sur de la gélose pure.

b) Expérimentation sur le terrain :

1° Technique.

La même technique que celle utilisée avec le mycélium de *Dothichiza* a été reprise avec le *Cytospora*.

Nous avons encore inoculé *Populus* $\times$ *euramericana* cv. 'robusta'.

2^o Résultats.

Au bout du premier mois, le mycélium a été retrouvé à 4 centimètres du point d'inoculation; au bout de deux mois, nous l'avons retrouvé à 7 centimètres, et au troisième mois à 10 centimètres.

3^o Conclusions.

Nous voyons qu'ici encore le développement est beaucoup plus lent en nature qu'au Laboratoire. Cela n'a rien d'étonnant car les conditions sont tout à fait différentes. Notons néanmoins un développement fort rapide de ce parasite qui est capable, en un laps de temps assez court, de réaliser un développement annulaire sur la branche ou le jeune tronc, et d'entraîner sinon le dépérissement et la mort de l'arbre — ce qui arrive dans bien des cas — tout au moins d'amener la mort de toutes les parties du végétal situées au-dessus du point d'attaque et d'altération.

B) L'EXPÉRIMENTATION SUR LE TERRAIN

1^o LA PÉNÉTRATION DU PARASITE

Les éléments sporifères que l'on rencontre en très grande abondance sur les bois morts abandonnés par terre, ainsi que sur des branches mortes restant sur le végétal, réalisent une vaste possibilité d'infection à peu près permanente; en effet, les pycnides renferment des spores une grande partie de l'année, leur faculté germinative s'étale sur au moins une année, et ces spores présentent une relative plasticité quant à leurs exigences pour la germination.

Les pycniospores ont pour taille $3,5-5 \times 0,8-2 \mu$ et émettent en germant un tube germinatif hyalin de 2μ de largeur en moyenne. Nous nous sommes préoccupés, comme lors de l'étude du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard, de savoir à quelles conditions le tube germinatif était capable de se frayer un chemin au sein du végétal.

Nous avons utilisé les types d'inoculation qui ont été exposés dans notre chapitre consacré aux techniques.

Sur plusieurs milliers d'inoculations réalisées avec ce parasite (utilisé soit sous la forme sporifère, soit sous la forme mycélienne), nous n'avons obtenu de résultats positifs qu'avec les inoculations dites profondes, c'est-à-dire celles où le parasite était mis directement en contact avec les tissus ligneux de l'hôte.

Il est donc possible de conclure, à la suite de cette expérimentation, que le *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. possède des spores qui émettent des tubes germinatifs incapables de se frayer un chemin au travers de la zone corticale. Pour que l'on puisse observer ultérieurement le développement d'une plage nécrosée, il est indispensable que le parasite soit mis initialement directement en contact avec les tissus profonds du végétal.

Les voies d'accès aux tissus ligneux seront les mêmes que celles envisagées lors de l'étude du *Dothichiza*, à savoir les blessures de toutes sortes, les plaies de taille, les jeunes bourgeons, les cicatrices foliaires..., et les remarques générales faites pour le *Dothichiza* s'appliquent encore parfaitement pour le *Cytospora*.

2° LES PÉRIODES DE SENSIBILITÉ DU VÉGÉTAL

a) *Les techniques de notations.*

Se reporter au chapitre troisième de la seconde partie.

b) *Résultats* (fig. 65).

1° **Centre expérimental de Noyon.** — La période particulièrement favorable pour la réussite des inoculations se situe du mois d'octobre au mois de mars, et au cours de notre expérimentation, c'est principalement en novembre et en mars que les attaques les plus importantes ont été observées.

Un parallélisme assez net s'observe en ce qui concerne les intensités des attaques sur les quatre cultivars au cours de cette période particulièrement favorable pour l'implantation de la maladie.

Dans ce centre, le *Populus* × *euramericana* cv. 'robusta' est le cultivar dont la moyenne des intensités des attaques a été la plus importante. Une intensité également notable est à signaler sur le *Populus* × *euramericana* cv. 'serotina de Champagne', mais sur ce

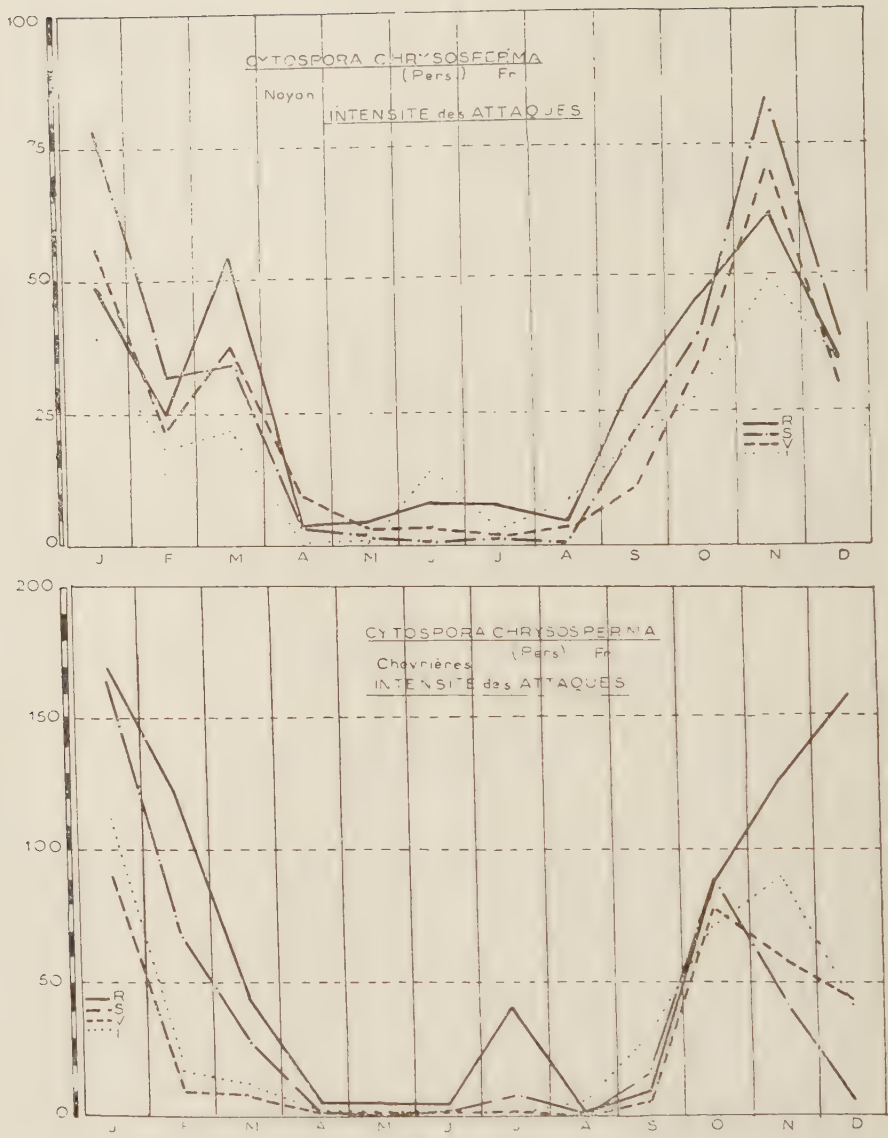


FIG. 65.

cultivar, l'évolution de la maladie se termine dans bien des cas par résorption du parasite.

2° Centre expérimental de Chevrières. — Ici encore, la période d'arrêt de la végétation d'octobre à mars est tout spécialement favorable pour la réalisation d'inoculations positives. Notons également une certaine attaque au cours du mois de juillet.

Les quatre cultivars manifestent dans le temps un parallélisme fort net en ce qui concerne l'intensité des attaques et le *Populus* × *euramericana* cv. 'robusta' apparaît comme étant le plus sensible.

c) *En conclusion.*

Il ressort de l'expérimentation réalisée dans ces deux centres, que, comme pour le *Dothichiza populea* Sacc. et Briard, la sensibilité du végétal est liée à la période d'arrêt de la végétation.

En résumé. — Si l'on notait de 0 à 10 la sensibilité du végétal au cours des différents mois de l'année, et ce pour chaque cultivar dans chacun des centres, nous obtiendrions le tableau suivant :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CHEVRIÈRES :												
'robusta'	9	8	4	1	1	1	4	1	1	5	7	9
'serotina de Champagne'	9	6	3	0	0	0	1	1	2	5	3	2
'virginiana'	5	2	2	1	0	1	1	0	1	5	4	3
'I 214'	6	3	3	1	0	0	0	0	3	4	5	3
NOYON :												
'robusta'	3	2	3	1	1	1	1	1	2	3	3	2
'serotina de Champagne'	4	2	2	1	0	0	0	0	2	3	4	2
'virginiana'	3	2	2	1	1	0	1	1	2	3	3	2
'I 214'	2	1	1	0	0	1	0	1	1	2	3	2

3° LA PRODUCTION DES PYCNIDES

L'analogie entre la biologie du *Dothichiza* et celle du *Cytospora*, que nous avons observée sur bien des points, se retrouve encore en ce qui a trait à la production des pycnides.

Ces dernières n'apparaissent sur l'écorce que si les tissus sous-jacents sont morts, ce qui ne se produit qu'à un stade avancé de la maladie.

Les pycnides apparaissent vers la fin de la période hivernale,

à partir de fin février, début mars (c'est-à-dire approximativement une quinzaine de jours avant celles du *Dothichiza*); une température de 2 à 6° C est suffisante pour la production de ces éléments de fructification qui émettent de longs cirrhes de couleur orange lorsque les conditions météorologiques sont favorables. Ces pycnides sont en très grand nombre à la surface du végétal, et on les rencontre aussi en abondance sur les rameaux et branches mortes abandonnées sur le sol, ce qui réalise constamment une source de contamination possible.

4° LES PÉRIODES D'INSTALLATION DU PARASITE

Les remarques faites lors de l'étude du *Dothichiza* sont encore valables ici, et l'on peut indiquer comme période particulièrement favorable, pour l'installation du parasite, la **période hivernale** qui est celle de sensibilité maximum du végétal et aussi celle où toutes les conditions sont requises, tant du point de vue météorologique que du point de vue de la biologie et de la physiologie du parasite et du végétal pour qu'une contamination puisse se réaliser.

La multiplicité des germes, leur viabilité tout au long de l'année peuvent permettre également certaines contaminations à des périodes autres que celles dont il vient d'être fait état plus haut (mais ces contaminations sont loin d'avoir l'ampleur de celles de la période hivernale).

5° L'ÉVOLUTION DE LA MALADIE

Le *Cytospora* s'installe et commence à évoluer pendant la période d'arrêt de la végétation, mais son évolution continue au delà de cette dernière période jusqu'au mois d'août-septembre, et même parfois octobre (fig. 66).

Pendant la période d'arrêt de la végétation, la maladie se développe rapidement et la progression mycélienne peut atteindre 3 à 4 centimètres par mois (ceci est surtout valable durant les hivers rigoureux).

Au cours de cette période, le cheminement mycélien peut réaliser une progression circulaire complète, ce qui a pour résultat d'entraîner

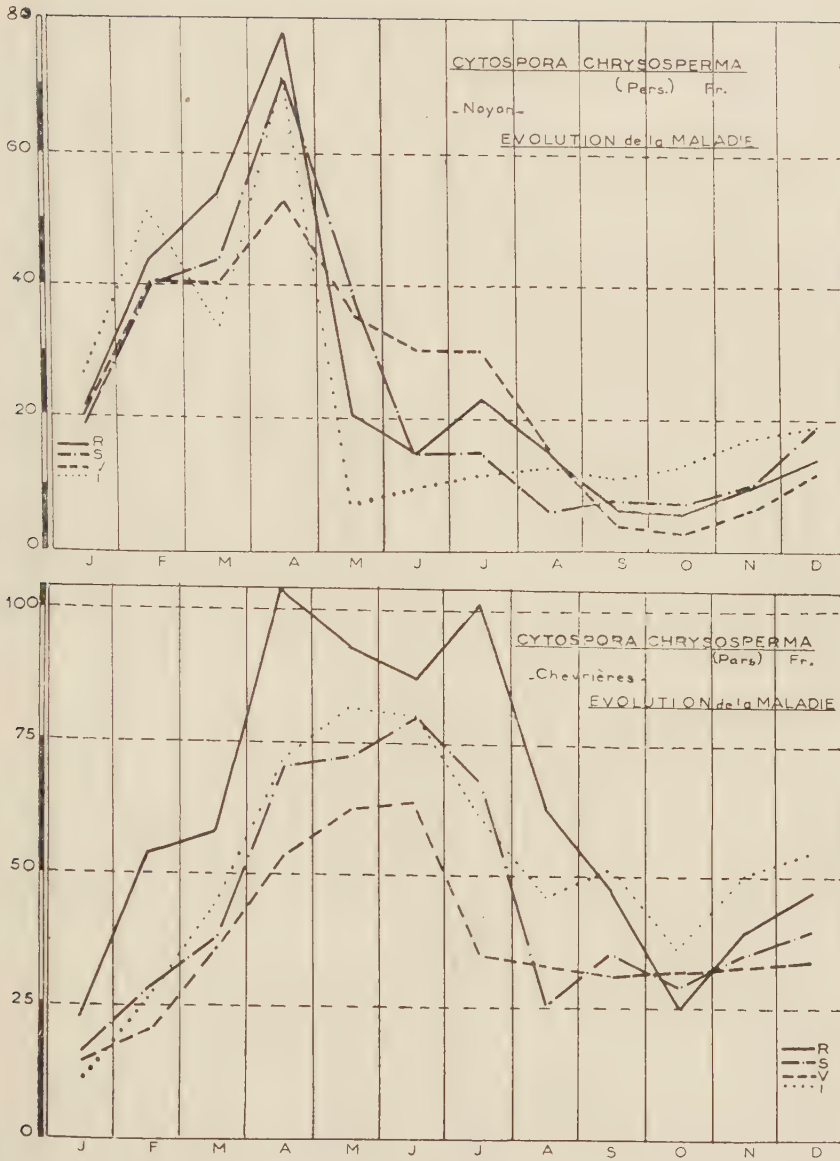


FIG. 66.

à plus ou moins brève échéance la mort de toute la partie de la branche ou du jeune tronc située au-dessus de cette zone altérée.

Dès le départ de la végétation, on note un ralentissement dans le développement de la maladie, et si l'arbre est installé dans des conditions bonnes ou relativement bonnes, et si les conditions météorologiques ne sont pas anormales (pas de sécheresse excessive ou de gelées tardives), on note des réactions tissulaires qui aboutissent à une localisation, puis à une résorption de la maladie. Elle ne se manifeste plus que par ce que nous pourrions appeler un « chancre mort » qui finit par se résorber totalement au bout de quelques années. Rarement on note à partir de ces chancres une nouvelle prolifération mycélienne l'année suivante. Si l'arbre est installé dans de mauvaises conditions, l'évolution peut aboutir à la mort de l'arbre même après le départ de la végétation.

Très souvent on note la présence de rejets à la base de l'arbre.

Pour évaluer et suivre l'évolution de la maladie d'une manière précise, nous avons opéré de la même manière que pour l'étude du *Dothichiza*. La récapitulation des résultats nous permet de donner les conclusions suivantes (fig. 66) :

a) *Centre expérimental de Chevières.*

La maladie évolue de mars à septembre avec un maximum d'évolution d'avril à juillet. L'évolution la plus importante se note sur le 'robusta' et elle peut aboutir, dans la majorité des cas, (nous parlons des résultats des inoculations) à la mort de l'arbre. Une évolution notable s'observe aussi sur le 'I 214', mais, sur ce cultivar, les attaques sont localisées et aboutissent progressivement à une résorption et à une cicatrisation.

Notons encore un parallélisme assez net de l'évolution de la maladie sur les quatre cultivars soumis à l'expérimentation.

b) *Centre expérimental de Noyon.*

L'évolution est particulièrement importante de février à mai, avec un maximum très net au cours du mois d'avril.

Le 'robusta' est, également dans ce centre, le cultivar sur lequel la maladie évolue avec le plus d'ampleur pour aboutir encore, dans la plupart des cas, à la mort du végétal.

L'arrêt plus rapide de l'évolution à Noyon qu'à Chevières s'explique par le fait que nous avons obtenu rapidement la mort d'un grand nombre de végétaux en un laps de temps assez court à Noyon, et que bien entendu, à partir de ce stade, l'évolution de la maladie était comptée comme nulle.

Remarque. — Une évolution s'échelonnant de février à mai a été observée dans le centre expérimental de Saint-Gobain, mais, vu le faible nombre d'arbres soumis à l'expérimentation, nous n'avons pas traduit sous forme de graphique l'évolution de la maladie dans ce centre.

En conclusion. — Comme lors de l'étude du *Dothichiza*, nous observons que, dans les trois centres expérimentaux de Noyon Chevières, Saint-Gobain, l'évolution de la maladie se situe au cours d'une période s'étalant de février-mars jusqu'au mois d'août-septembre (période d'une durée supérieure d'environ 1 mois à celle du *Dothichiza*).

Dans chaque centre, un parallélisme fort net de l'évolution sur les divers cultivars est à noter. Le 'robusta' est le cultivar sur lequel l'évolution a été la plus intense.

6° INFLUENCE DE LA TAILLE SUR LA PROPAGATION DU *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.

Les remarques faites sur ce point lors de l'étude du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard s'appliquent également pour le *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.

7° INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES

Ces facteurs ont une importance prépondérante tant sur l'intensité des attaques que sur l'évolution de la maladie.

L'intensité et l'évolution marquant un parallélisme très net avec celle du *Dothichiza*, on aboutit aux mêmes conclusions que pour ce dernier parasite, à savoir :

1° Qu'une température de -6° à $+12^{\circ}$, jointe à un degré hygrométrique supérieur à 80 p. 100 représentent des conditions particulièrement propices pour l'implantation de la maladie.

2° Qu'une température de 10 à 15°, associée à un degré hygrométrique assez élevé, sont deux facteurs favorables à l'évolution de la maladie.

Il est bon de souligner néanmoins que le *Cytospora* n'a pas des exigences étroites pour son développement, ce qui explique dans une certaine mesure sa large diffusion.

8° DIFFÉRENCES DE SENSIBILITÉ DES QUATRE CULTIVARS SOUMIS A L'EXPÉRIMENTATION

L'expérimentation réalisée depuis quatre ans dans les trois centres expérimentaux de Noyon, Chevrières, Saint-Gobain, fait ressortir qu'aucun des quatre cultivars soumis aux inoculations n'est totalement résistant au *Cytospora chrysosperma* (fig. 67).

Cependant, suivant les cultivars et les terrains envisagés, il est possible de noter des différences de sensibilité et une réaction plus ou moins importante du végétal.

Si nous utilisons, comme pour le *Dothichiza*, une notation de 0 à 10 exprimant une sensibilité croissante, nous obtenons pour les centres de **Noyon** et de **Chevrières** le classement suivant :

CENTRE DE NOYON		CENTRE DE CHEVRIÈRES	
1° ' I 214 '	3	1° ' virginiana '	3
2° ' serotina de Champagne '	5	2° ' I 214 '	4
3° ' virginiana '	5	3° ' serotina de Champagne '	5
4° ' robusta '	8	4° ' robusta '	9

Il est intéressant de noter l'assez faible sensibilité du ' I 214 ' et du ' virginiana ' dans les deux centres, et par contre, la sensibilité marquée du ' robusta ' aussi bien à Noyon qu'à Chevrières. Dans le centre expérimental de Saint-Gobain, à la suite des inoculations répétées, nous avons obtenu la mort de tous les cultivars soumis à l'action de ce parasite, ce qui ne nous a pas permis de voir de manière comparative la résistance ou la moins grande sensibilité de tel ou tel Peuplier.

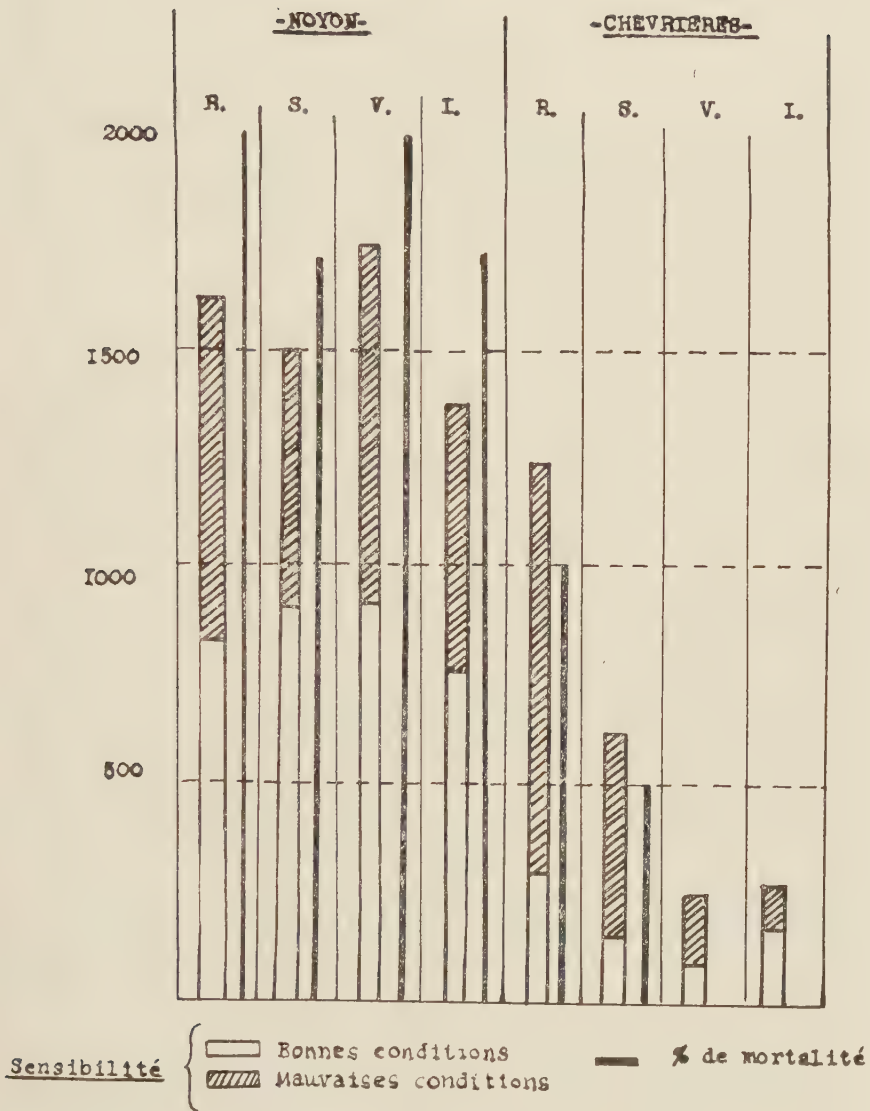


FIG. 67. — Différence de sensibilité des 4 cultivars à l'égard du *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. dans les centres expérimentaux de Noyon (Oise) et de Chevrières (Oise).

9^o INFLUENCE DES FAÇONS CULTURALES

Dans les trois centres expérimentaux, les façons culturales ne nous semblent pas avoir eu une grande influence sur la plus ou moins grande extension de la maladie ou la plus ou moins grande sensibilité des différents cultivars.

CONCLUSIONS

Les résultats de notre expérimentation conduite au Laboratoire et sur le terrain, nous montrent que le *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. est un parasite ayant des caractéristiques biologiques et physiologiques fort voisines de celles du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard.

En effet :

Le travail effectué sur le terrain nous a permis de constater que :

a) Les **pycnides** apparaissent sur le végétal à partir du mois de février et nécessitent pour leur bonne formation une température assez basse (aux environs de 5° C). Ces pycnides se rencontrent en très grand nombre à la surface du végétal, chacune d'elles renferme une multitude de spores et, leur viabilité s'étalant sur une longue période (comme il nous a été possible de le constater à la suite de l'expérimentation réalisée *in vitro*), tous ces facteurs réunis expliquent la vaste possibilité de contamination et la grande diffusion de ce parasite.

Un état hygrométrique élevé est favorable pour l'émission des cirrhes ainsi que pour la bonne réalisation de l'infection.

b) Ce parasite, comme le *Dothichiza populea*, est incapable de se frayer seul un chemin au travers des zones corticales du végétal et, une plaie, blessure... mettant à nu les parties ligneuses est nécessaire pour que le parasite puisse s'implanter sur le végétal.

Les **voies de pénétration** seront les plus nombreuses au niveau des plaies de taille, des fissures microscopiques que l'on trouve à la

limite de deux pousses annuelles, et également à l'emplacement des blessures de toute nature; les cicatrices foliaires peuvent jouer un rôle comme voies de pénétration.

c) En ce qui concerne la **sensibilité du végétal**, ce dernier n'est réceptif que pendant la période d'arrêt de la végétation. Hors de cette période, à quelques rares exceptions près, il est impossible de réussir une inoculation positive.

d) Si l'implantation de la maladie est strictement limitée à une période de l'année bien déterminée, **l'évolution de la maladie**, par contre, se poursuit hors de cette période et peut se continuer jusqu'au mois d'août-septembre.

Suivant que l'arbre se trouve dans de plus ou moins bonnes conditions de reprise, on note un développement plus ou moins important de la maladie, le parasite se développant toujours mieux sur un végétal en état de faiblesse.

e) Les **conditions climatiques** jouent un rôle essentiel, tant sur l'intensité des attaques que sur l'évolution de la maladie.

Les températures de -6° à 10° C, jointes à un état hygrométrique supérieur à 80 p. 100, sont favorables pour l'implantation de la maladie, et les températures de 10 à 15° C, associées à un degré hygrométrique élevé, sont les conditions les plus propices pour l'évolution rapide de la maladie. Notons que le *Cytospora*, bien qu'étant favorisé par des conditions climatiques précises, n'a pas des exigences strictes, ce qui contribue à expliquer sa large diffusion (rappelons que nous avons abouti à une conclusion semblable dans le cas du *Dothichiza*).

f) Des quatre cultivars soumis à l'expérimentation, le *Populus* $\times$ *euramericana* cv. ' I 214 Casale ' nous apparaît comme étant le moins sensible, et le *Populus* $\times$ *euramericana* cv. ' robusta ' comme étant le plus sensible.

g) Les **façons culturales** semblent avoir, sur l'implantation et sur l'extension de la maladie, une influence moindre que celle observée lors de l'étude du *Dothichiza*.

L'étude réalisée au Laboratoire des caractéristiques physiologiques de ce champignon a permis d'apporter des précisions sur les points suivants :

a) La germination des spores se réalise après gonflement de ces dernières (gonflement qui atteint environ 9 fois le volume initial de la spore). Le tube germinatif prend naissance, en règle générale, à l'une des extrémités de la spore; ce tube germinatif est l'amorce d'un mycélium grêle, hyalin, lisse, non cloisonné et de $2\ \mu$ de large.

b) Une température de 3 à 30°C permet une bonne germination des spores et une croissance mycélienne notable. L'optimum de développement se situe aux environs de $20/22^{\circ}\text{C}$.

Le champignon manifeste une résistance remarquable aux basses températures. Un essai comparable à celui réalisé dans le cas du *Dothichiza* nous a montré que des températures de l'ordre de -35°C sont supportées sans dommage.

c) On n'observe pas un effet de masse en ce qui concerne la germination des spores, c'est-à-dire qu'une forte concentration en spores ne favorise pas la germination de ces dernières; bien au contraire, les meilleurs résultats sont obtenus pour les faibles concentrations (la concentration de 500 spores au millimètre cube est la plus faible à avoir été essayée).

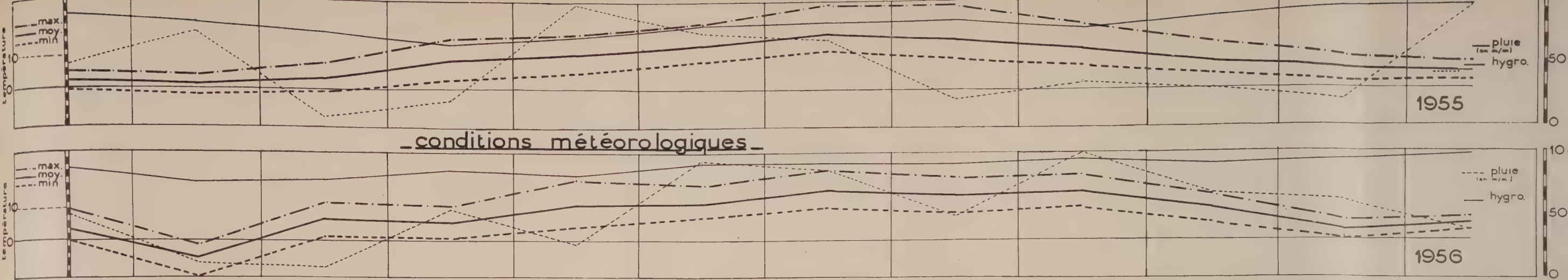
d) L'obscurité représente un facteur favorable, tant pour la germination des spores que pour la rapidité de développement des filaments germinatifs. Nous pouvons faire la même remarque que celle réalisée pour le *Dothichiza*, à savoir que les mois hivernaux, au cours desquels l'éclairement est le plus faible, présentent cette condition favorable pour le développement du parasite, et ce fait concourt à la bonne réussite des infections au cours de cette période.

e) La longévité des spores est d'au moins quatorze mois. L'expérimentation n'a pas été réalisée avec des spores plus âgées, mais il est fort vraisemblable que la faculté germinative s'étale au-delà de la période de quatorze mois.

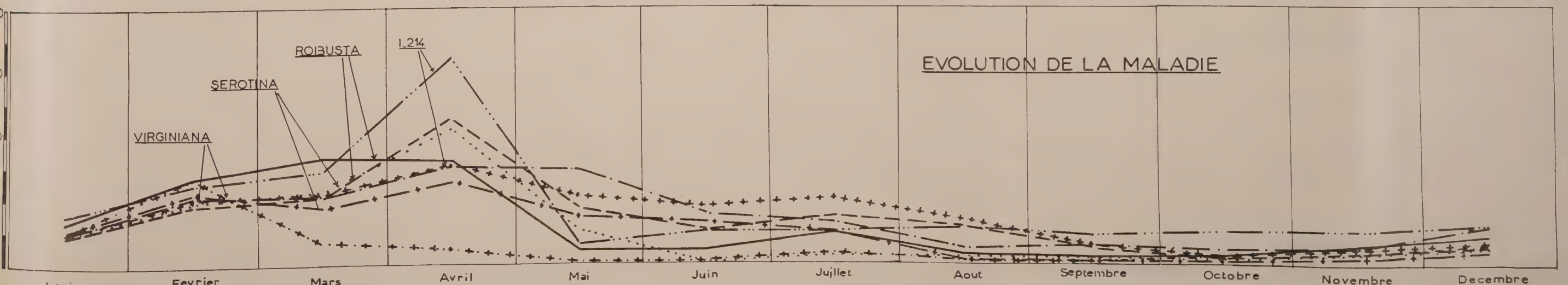
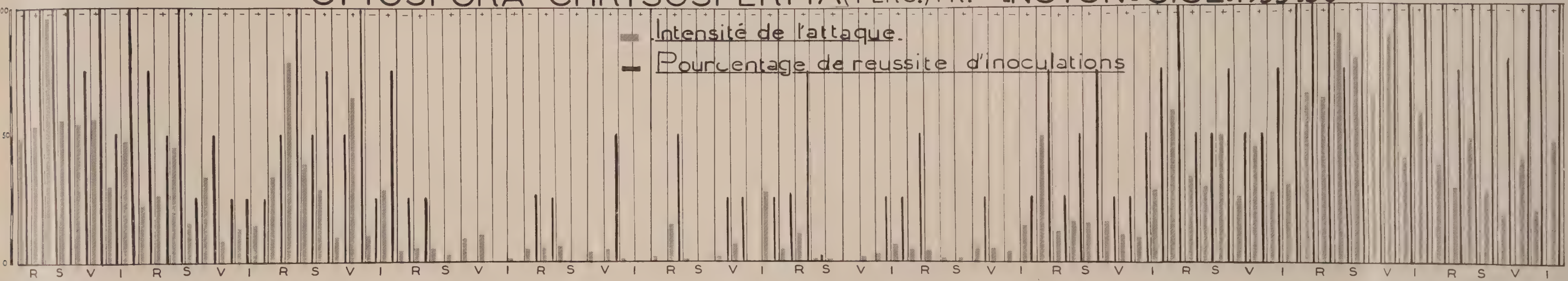
f) Sur un milieu convenablement pourvu en éléments nutritifs, la croissance mycélienne se situe aux environs de 10 millimètres par jour (une vitesse de développement moindre est observée sur le végétal, mais elle se situe encore aux environs de 2 à 3 mm. par jour, ce qui est fort appréciable; ceci s'entend pendant la période d'arrêt de la végétation).

Cytospora chrysosperma (Pers.) Fr. manifeste pour son développement des exigences assez faibles, il est doué d'autre part d'une résistance importante vis-à-vis des variations des différents facteurs météorologiques. Ses spores, d'une longévité notable, se rencontrent en abondance dans la nature et, tous ces facteurs réunis, contribuent à expliquer la permanence et la vaste diffusion de ce parasite. Ici également, la connaissance précise de sa biologie et de sa physiologie ouvrent des possibilités pour, sinon enrayer, tout au moins diminuer dans de fortes proportions les attaques et les altérations dues à ce champignon.

GRAPHIQUES EXPRIMANT LES RÉSULTATS DE L'EXPÉ-
RIMENTATION RÉALISÉE SUR *Cytospora chrysosperma*
(PERS.) FR. DANS LES CENTRES NOYON (OISE) ET
CHEVRIÈRES (OISE) AU COURS DES ANNÉES 1955-1956.



CYTOSPORA CHRYSOSPERMA (PERS.) FR. .NOYON.OISE.1955.56



CINQUIÈME PARTIE

ÉTUDE DU *FUSARIUM AVENACEUM* (Fr.) SACC.

Chapitre premier

CARACTÉRISATION ET DESCRIPTION DE LA MALADIE ET DU PARASITE

- 1° INTRODUCTION. DESCRIPTION DE LA MALADIE.
- 2° GÉNÉRALITÉS SUR LES *Fusarium*.
- 3° LES CARACTÉRISTIQUES DU GENRE *Fusarium* LINK.
- 4° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU FACIÈS MALADIF OBSERVÉ.
- 5° ASPECT CULTURAL ET MICROSCOPIQUE DU *Fusarium*, SA DÉTERMINATION.
 - 1°) Isolements.
 - 2°) Cultures.
 - 3°) Aspect microscopique :
 - spores (description, mensurations),
 - mycélium.
 - 4°) Détermination.

Chapitre II

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DU *FUSARIUM AVENACEUM* (Fr.) SACC.

A) L'EXPÉRIMENTATION AU LABORATOIRE

- 1° MODE DE GERMINATION DES SPORES.
- 2° INFLUENCE DU MILIEU DE CULTURE SUR LE DÉVELOPPEMENT MYCÉLIEN.
- 3° INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ET DE L'OBSCURITÉ SUR LA CROISSANCE DU MYCÉLIUM.
- 4° INFLUENCE DU PH SUR LA GERMINATION DES SPORES.

B) L'EXPÉRIMENTATION SUR LE TERRAIN

- 1^o LA PÉNÉTRATION DU PARASITE.
- 2^o LES PÉRIODES DE SENSIBILITÉ DU VÉGÉTAL.
- 3^o L'ÉVOLUTION DE LA MALADIE.
- 4^o INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES.
- 5^o DIFFÉRENCE DE SENSIBILITÉ DES QUATRE CULTIVARS.
- 6^o INFLUENCE DU TRAVAIL DU SOL.

CONCLUSION

Chapitre Premier

CARACTÉRISATION ET DESCRIPTION DE LA MALADIE ET DU PARASITE

1^o INTRODUCTION. DESCRIPTION DE LA MALADIE

Un faciès maladif très particulier a été observé dans de nombreuses pépinières de l'Oise et de l'Aisne dès la fin de 1952, dans le Lyonnais en 1953 sur des plants de 2 et 3 ans (fig. 68).

Les jeunes tiges présentent toute une série de lésions ayant l'aspect de « gerçures » longitudinales : aspect en « griffes de chat ». Ces lésions sont le plus souvent en concordance avec les étages de végétation et, au niveau des griffes, les fibres du péri-cycle dilacérées



FIG. 68. — Pépinière de *Populus* $\times$ *euramericana* cv. 'robusta' dont la majorité des plants sont attaqués par *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.



FIG. 69. — Altérations provoquées par *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.
sur un jeune tronc de *Populus × euramericana* cv. 'robusta'

manifestent une coloration pourpre ou rougeâtre. Ce faciès maladif existe, çà et là, mais dans bien des cas, il devient généralisé, apparaissant sur tous les plants d'une même pépinière.

Avec l'âge, la maladie semble se résorber lentement, les gerçures se cicatrisent, les bourrelets réactionnels s'émoussent. Mais de toute façon, les arbres en pépinière ont un aspect tel qu'ils sont pratiquement invendables (fig. 69 et 70).



FIG. 70. — Chancre dû à *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. sur jeune tronc de *Populus × euramericana* cv. 'robusta'

Au niveau de ces « griffes de chat », nous avons isolé différents organismes parmi lesquels un *Fusarium* doué d'une grande faculté de prolifération et qui, expérimentalement, nous a permis de reproduire les altérations décrites ci-dessus.

2^o GÉNÉRALITÉS SUR LES *Fusarium*

Les *Fusarium* se rangent parmi les *Tuberculariacées* des *Fungi Imperfecti*.

C'est en 1809 que Link créa le genre *Fusarium* qui groupe des espèces au stroma et aux formes fructifères vivement colorées, et dont les conidies sont fusoides, pluriseptées, à base nettement différenciée et généralement pédiforme.

La complexité de la systématique des *Fusarium* explique le désordre et la confusion qui ont régné pendant fort longtemps au sein de ce genre.

C'est aux Dr^s H. W. Wollenweber et O. A. Reinking que revient le grand mérite d'avoir apporté de l'ordre et de la clarté dans ce genre en s'appuyant sur une méthode d'étude rationnelle et une systématique précise. A l'heure actuelle, les 65 espèces fondamentales,

les 58 variétés et les 22 formes connues et réparties en 16 sections et 6 sous-sections peuvent être considérées comme représentant la quasi totalité des *Fusarium* existant dans la nature.

Leur **habitat** est très varié et s'étend aux deux règnes. Le genre compte de nombreuses espèces **pathogènes** qui déterminent des nécroses, des trachéomycoses, des chancres et des pourritures.

Les **formes supérieures** des *Fusarium* se classent parmi les *Nectria*, *Calonectria*, *Gibberella* et *Hypomyces*. Notons que l'apparition de ces formes périthéciales, bien que nettement influencée par des techniques culturales appropriées, n'apparaît toutefois que comme très accidentelle. Ces formes sont inconnues pour de très nombreuses espèces, et cela est fort dommageable pour l'établissement d'une systématique précise.

Pour la détermination du *Fusarium* que nous considérerons dans la suite de notre exposé, nous nous sommes appuyés sur des caractères :

- culturaux,
- morphologiques,
- biométriques.

a) En ce qui a trait aux **caractères cultureux**, ces derniers ont été observés sur les milieux que nous avons classiquement utilisés.

b) La **morphologie** des formes macroconidiales et microconidiales a été observée avec soin.

c) **Biométriquement**, la caractérisation s'est appuyée sur de nombreuses mensurations réalisées sur des spores provenant de cultures sur différents milieux.

3° LES CARACTÉRISTIQUES DU GENRE *Fusarium* Link.

Ces champignons sont caractérisés par des hyphes septés, ramifiés, ecto- ou endophytes.

Le stroma est immergé ou plectenchymateux, plan ou tourmenté, accidenté ou lisse, ayant ou non des excroissances gloméruleuses, érigées, sessiles ou pédunculées, stériles ou fructifères.

Les *Fusarium* sur leur habitat naturel, ou en culture, donnent

naissance à des pigments de couleur fort variable : chair ou jaune, havane, bistre, orangé, ocre, rouge, vert, bleu, violet.

Le mycélium est aérien, électif, plus ou moins luxuriant, lache ou dense, de morphologie assez variée, s'agglutinant parfois en formations corémiales.

Les conidies sont formées successivement au sommet de conidiophores septés, ramifiés d'une manière ordonnée ou désordonnée, ou bien encore sur des conidies mères — comme des levures — ou bien encore sur de courts stérigmates.

Ces conidies sont dispersées ou réunies en chaînes, groupées parfois en fausses têtes et en masses glaireuses (**pionnotes**), ou encore en **sporodochium**.

Les petites conidies ou **microconidies** sont le plus souvent unicellulaires.

Les conidies les plus grandes, ou **macroconidies**, sont pluricloisonnées; elles sont le plus souvent dorsiventrales, plus ou moins arquées à subrectilignes, falciformes, fusoides-falciformes, plus rarement claviformes ou méniscoïdes, au sommet effilé, infléchi, à base essentiellement pédiforme.

Les **chlamydospores** sont présentes ou absentes, conidiennes et mycéliennes, terminales, intercalaires et latérales, uni et bicellulaires.

Les **sclérotés** sont présents ou absents, isolés ou associés.

4^o RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU FACIÈS MALADIF OBSERVÉ

Les altérations observées dues à un *Fusarium* ont été vues uniquement en France; nous n'avons pu poursuivre à l'étranger nos investigations à ce sujet.

Ce type d'altération a été observé pour la première fois en 1950 dans une pépinière de l'Aisne où 100 p. 100 des plants étaient atteints et avaient perdu toute valeur marchande.

Nous avons retrouvé par la suite ce parasite dans différentes pépinières et plantations de l'Oise et de l'Aisne, mais également dans des régions fort variées de France, comme par exemple le Finistère près de Plougastel, l'Isère près de Bourgoin, et le Lot-et-Garonne près de Marmande.

5^o ASPECT CULTURAL ET MICROSCOPIQUE DU *Fusarium*,
SA DÉTERMINATION

1^o *Les isoléments.*

Ces isoléments ont été réalisés suivant la méthode exposée plus haut (prélèvement après désinfection d'un éclat de bois sous-cortical, puis mise en culture en boîte de Pétri sur film gélosé nutritif).

Vu la vitalité en culture de ce *Fusarium*, une culture pure pouvait être rapidement obtenue après un nombre de repiquages réduits (2 à 3).

2^o *Les cultures* (fig. 71).

Ces cultures ont été réalisées sur les milieux suivants :

- Sabouraud,
- Orge,
- Carotte,
- Czapeck,
- Pomme de terre.

Dans tous les cas, ce *Fusarium* se caractérise par une remarquable vigueur de pousse. Le mycélium est aérien, superficiel, ayant un peu un aspect allant de la toile arachnoïdienne à la ouate suivant la richesse en éléments nutritifs du milieu de culture.

Une vive pigmentation se rapprochant de la teinte « lie de vin » se manifeste à la face inférieure des boîtes de Pétri. Cette pigmentation se retrouve également sur les lésions en nature; on l'observe sur les fibres dilacérées.

Donnons quelques précisions sur chacune de ces cultures.

a) Sur milieu gélosé à base de carotte. — Au cours des deux premiers jours de mise en culture, on observe le développement d'un mycélium assez lâche, étroitement appliqué au substrat, et aucune pigmentation n'est visible.

A partir du troisième jour, on note l'apparition d'un feutrage mycélien aérien — très peu dense — de couleur gris-blanc, avec, par places, des zones très légèrement jaune pâle.

Après ces quelques jours de départ assez lent, le mycélium se développe vigoureusement, il est dense, aérien — jusqu'à 2,5 mm.

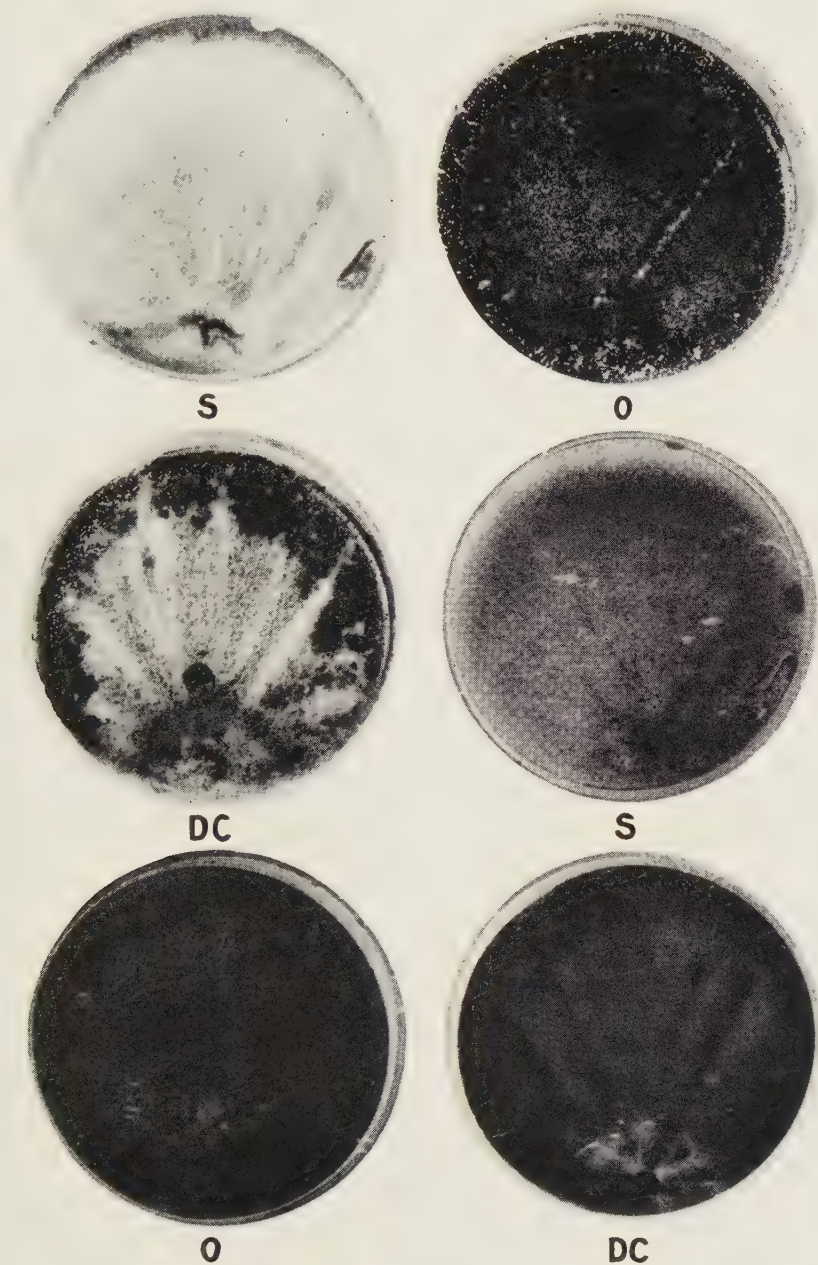


FIG. 71. — Cultures de *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. sur milieu de Sabouraud (S.), milieu gélosé à base d'orge (O.), milieu gélosé à base de carotte (DC).

- Rangée du haut (S, O) et boîte de gauche (DC) de la rangée du milieu : boîtes de Pétri vues par leur face supérieure.
- Rangée du bas (O, DC) et boîte de droite (S) de la rangée du milieu : boîtes de Pétri vues par leur face inférieure.

de hauteur — et envahit rapidement — en sept jours — la totalité de la surface du milieu nutritif qui lui est offert dans la boîte de Pétri.

La pigmentation « lie de vin » apparaît à la fin du troisième jour; elle se manifeste tout d'abord par des veines divergentes à partir du point d'ensemencement, puis, peu à peu, cette pigmentation envahit la totalité de la boîte.

Signalons l'apparition de pionnotes dans la culture à partir du septième jour.

b) Sur milieu gélosé à base **d'orge**. — Sur un tel milieu, le mycélium se développe en restant étroitement accolé au substrat, et l'on n'observe pas de mycélium aérien.

La pigmentation lie de vin apparaît à partir du troisième jour, et se manifeste également au début par veines; avec le temps, la pigmentation envahit toute la boîte et les veines finissent par disparaître.

Notons la formation rapide de pionnotes, à partir du cinquième jour; le nombre de pionnotes obtenu est beaucoup plus important que sur le milieu gélosé à base de carotte.

c) **Sur Sabouraud**. — L'aspect de la culture est très différent de ceux observés sur les deux autres milieux. On note au bout du deuxième jour l'apparition d'un mycélium dense, aérien, qui peut s'élever de 2 à 3 millimètre au-dessus du substrat. Le mycélium montre une coloration allant du blanc au rose saumoné. La culture étant renversée révèle une pigmentation qui ici, n'est pas de couleur « lie de vin », mais se situe entre le jaune et le rose pâle.

La progression mycélienne sur un tel milieu est plus lente que sur les deux autres.

d) **Sur Czapeck**. — On note sur un tel milieu la présence d'un feutrage mycélien blanc, abondant, s'élevant de 1 à 2 millimètres au-dessus de la surface de la culture. Quand la culture vieillit, elle s'applatit progressivement sur le substrat pour finalement prendre un aspect muqueux.

e) Sur milieu gélosé à base de **pomme de terre**. — Le mycélium envahit rapidement la totalité de la boîte, et donne naissance à une coloration rouge intense. On observe, au bout de quinze à vingt jours, la présence de nombreux pionnotes à la périphérie de la culture.

Nous rapportant au **code universel des couleurs** de F. Séguy, nous avons, pour les différents pigments obtenus, les références suivantes :

1^o Sur milieu gélosé à base de **carotte** : pourpre royale, puis en vieillissant nous passons au rouge 51.

2^o Sur milieu gélosé à base d'**orge** : couleur variant du rouge fuschine à la pourpre royale.

3^o **Sabouraud** : outre-mer jaune à chamois; veines rouge fuschine qui n'évoluent pas par la suite.

4^o **Czapeck** : rouge fuschine.

5^o Milieu gélosé à base de **pomme de terre** : pourpre royale variant par la suite au rouge 51.

3^o Aspect microscopique.

α) *Les spores* (fig. 72).

a) **Description.** — Ce *Fusarium* se caractérise par une large prédominance des macroconidies. Les microconidies sont rares.

Les macroconidies, cylindriques ou arquées, souvent incurvées à leur sommet, sont nettement pédiformes à leur base. Elles comportent le plus souvent 3 à 4 cloisons transversales bien visibles (leur nombre varie de 1 à 6).

b) **Mensurations.** — Le résultat de ces mensurations est consigné dans le tableau ci-dessous :

MENSURATIONS

Milieu gélosé à base de carotte

0 cl. :	1 %	10,24	×	3,08	μ	(10 -14,4	×	2,7 -3,6	μ)
1 cl. :	17 %	17,74	×	3,92	μ	(16,2-19,8	×	3,6 -4,05	μ)
2 cl. :	17 %	21,9	×	3,6	μ	(18 -23,4	×	3,15-4,05	μ)
3 cl. :	53 %	24,36	×	3,62	μ	(19,8-28,8	×	3,6 -4,05	μ)
4 cl. :	10 %	27,17	×	4,31	μ	(23,1-30,6	×	3,6 -5,4	μ)
5 cl. :	2 %	28,98	×	3,62	μ	(25,2-36	×	3,15-4,05	μ)

Milieu gélosé à base d'orge

1 cl. :	30 %	16,2	×	3,6	μ
2 cl. :	10 %	19,2	×	3,6	μ
3 cl. :	35 %	23,1	×	3,8	μ
4 cl. :	25 %	25,2	×	3,6	μ

(cl. = cloison.)

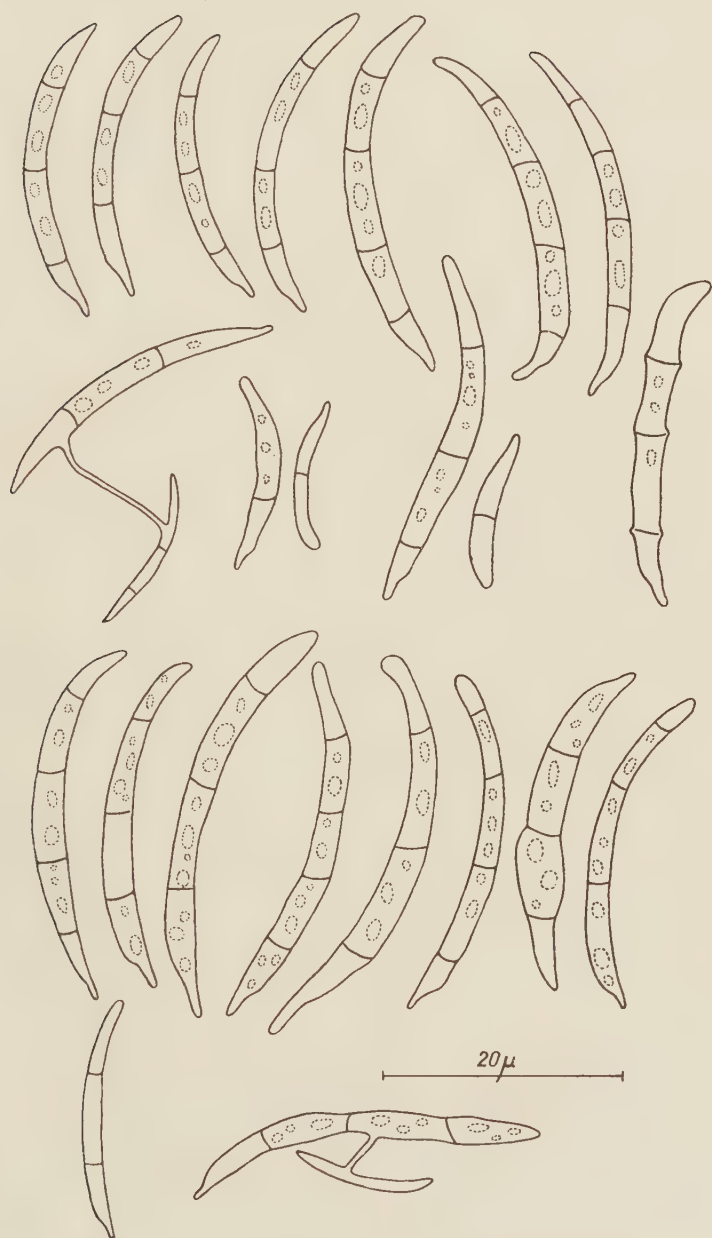


FIG. 72. - Spores de *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.

Milieu gélosé à base de pomme de terre

0 cl. :	rare				
1 cl. :	rare				
2 cl. :	3 %	23,4	× 3,62	μ	(19,8-25,2 2,8 -4,05 μ)
3 cl. :	60 %	30,26	× 3,45	μ	(19,8-34,2 × 3,15-4,05 μ)
4 cl. :	25 %	36,74	3,6	μ	(30,6-39,6 3,15-4,05 μ)
5 cl. :	10 %	36	× 3,6	μ	(30,6-45 3,15-4,05 μ)

Milieu de Sabouraud

0 cl. :	1 %	16,2	× 3,6	μ	
1 cl. :	1 %	18,8	3,6	μ	(16,2-25,2 3,15-4,05 μ)
2 cl. :	6 %	23,4	3,6	μ	(21,6-25,2 3,15-4,05 μ)
3 cl. :	50 %	29,88	× 3,6	μ	(23,4-34,2 × 2,8 -4,05 μ)
4 cl. :	25 %	32,2	3,6	μ	(25,2-37,8 3,15-4,05 μ)
5 cl. :	12 %	36,9	× 3,8	μ	(32,4-41,4 × 3,6 -4,05 μ)
6 cl. :	2 %	45	3,6	μ	

Milieu de Czapeck

1 cl. :	8 %	19,8	3,6	μ	
2 cl. :	7 %	21,6	× 3,6		
3 cl. :	10 %	36	4,14	μ	(34,2-41,4 3,6 -4,5 μ)
4 cl. :	25 %	38,7	1,5	μ	(36 41,4 3,6 -5,4 μ)
5 cl. :	50 %	38,52	× 4,05	μ	(34,2-43,2 × 3,6 -5,4 μ)
6 cl. :		46,8	3,6	μ	rare

Moyenne générale

0 cl. :	2 %	13,22	3,22	μ	(10,8-14,4 2,7 -3,6 μ) rare
1 cl. :	15 %	17,39	3,62	μ	(14,4-20,2 2,7 -4,5 μ)
2 cl. :	9 %	23,19	3,55	μ	(18 25,2 2,7 -4,5 μ)
3 cl. :	16 %	26,3	3,4	μ	(19,8-34,2 2,7 -4,05 μ)
4 cl. :	20 %	31,1	3,76	μ	(25,2-37,8 3,15-4,05 μ)
5 cl. :	8 %	32,2	3,72	μ	(25,2-42,4 3,6 -4,5 μ)
6 cl. :		40,2	3,6		rare

β) Le mycélium. — Le mycélium est lisse, hyalin, non cloisonné, et porte de nombreuses ramifications.

Il se développe en culture pure avec une vigueur remarquable. Ce mycélium a 3 μ de large.

4^o *Détermination.* — Les caractères cultureux, morphologiques et biométriques de ce champignon, nous permettent de déterminer ce *Fusarium* comme étant le *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. C'est une espèce fusarienne fort répandue, dont l'évolution peut s'accomplir sur un grand nombre de plantes hôtes (*Beta*, *Dianthus*, *Pirus*, *Secale*, *Solanum*, *Triticum*).

Chapitre II

ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DU *FUSARIUM AVENACEUM* (FR.) SACC.

A) L'EXPÉRIMENTATION AU LABORATOIRE

1^o MODE DE GERMINATION DES SPORES (fig. 73)

Le mode de germination des spores a été suivi de la même manière que pour le *Dothichiza* et le *Cytospora*, c'est-à-dire en cellule de Van Tieghem dans une goutte d'eau de pluie et sur film gélosé des différents milieux habituellement utilisés.

Les spores germent au bout d'un temps assez court, se situant entre cinq et dix heures suivant le milieu et la température (nous avons opéré pour l'étude du mode de germination à une température oscillant entre 18 et 21° C.).

On note tout d'abord un léger gonflement de la spore. Le tube germinatif prend naissance soit dans les loges extrêmes, soit dans les loges moyennes; il semble y avoir une certaine prédilection pour l'émission de ces tubes à partir des loges extrêmes. On n'observe pas de différence en ce qui concerne le mode de germination pour des spores ayant un nombre variable de loges.

Le tube germinatif se développe rapidement et peut atteindre jusqu'à 150 μ au bout de quinze heures. Le mycélium est hyalin, non cloisonné, et de nombreuses ramifications ne tardent pas à apparaître à partir du tube germinatif initial.

Le mycélium a 3 μ de large.

2^o INFLUENCE DU MILIEU DE CULTURE SUR LE DÉVELOPPEMENT MYCÉLIEN

a) *Conditions de l'essai.* — Cet essai a été réalisé sur boîte de Pétri, dans le fond desquelles ont été coulés les 6 milieux nutritifs suivants :



FIG. 73. — Germination de spores de *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.

- milieu gélosé à base de carotte (DC),
- milieu gélosé à base d'orge (O),
- milieu gélosé à base de pomme de terre (P. de T.),
- Sabouraud (S),
- Czapeck (Cz),
- milieu gélosé à base de malt (Malt),

Quatre répétitions ont été effectuées pour chacun des milieux; les boîtes ont été maintenues à l'étuve à la température de 21° C pendant toute la durée de l'expérience. Les mesures ont été faites toutes les vingt-quatre heures et la progression exprimée en millimètres. La première lecture a été faite quarante-huit heures après l'ensemencement.

PREMIÈRE SÉRIE D'EXPÉRIENCE

	D. C.	S	O	Cz	P. de T.
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1 ^{re} lecture	13	13	9	10	14
2 ^e lecture	18	21	21	19	20
3 ^e lecture	26	28	29	25	25
4 ^e lecture	32	35	30	32	29
5 ^e lecture	40	45	47	40	34
6 ^e lecture	50	52	62	50	45
7 ^e lecture	70	68	80	62	55
8 ^e lecture	75	75	85	80	62
9 ^e lecture	85	80	—	85	70
10 ^e lecture	—	85	—	—	76

DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCE

	D. C.	S	O	Cz	P. de T.	MALT
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1 ^{re} lecture	5	3	5	2	3	2
2 ^e lecture	14	12	11	9	11	6
3 ^e lecture	22	20	18	16	21	8
4 ^e lecture	31	28	32	23	31	10
5 ^e lecture	42	30	41	35	41	11
6 ^e lecture	53	35	50	47	51	12
7 ^e lecture	60	40	54	50	59	14
8 ^e lecture	70	48	65	62	70	19
9 ^e lecture	85	70	75	66	78	23
10 ^e lecture	—	75	85	68	85	25
11 ^e lecture	—	85	—	70	—	27
12 ^e lecture	—	—	—	76	—	29
13 ^e lecture	—	—	—	85	—	32

(Diamètre des boîtes de Pétri : 85 mm)

b) *Résultats.* — Les résultats sont consignés dans le tableau ci-avant.

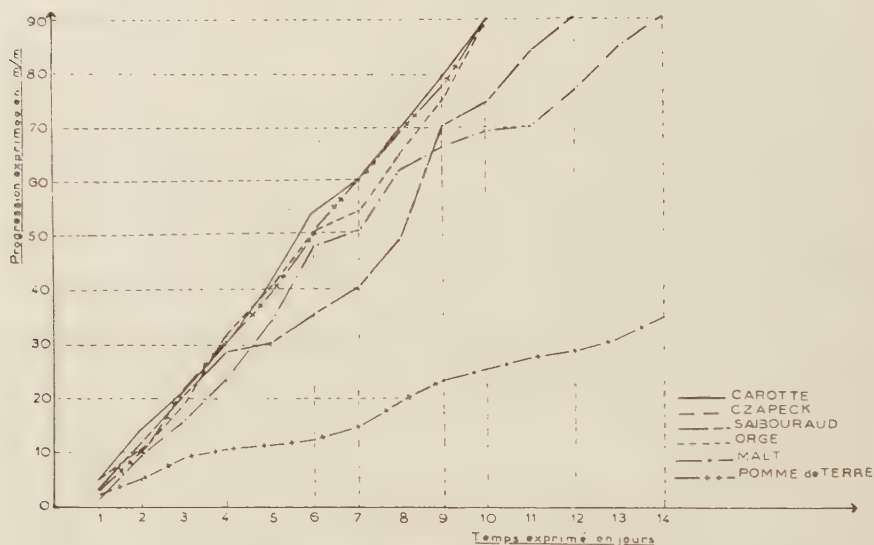


FIG. 74. — Progression du mycélium de *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. sur différents milieux.

c) *Conclusion* (fig. 74). — Le mycélium de *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. se développe vigoureusement sur les différents milieux de culture qui lui ont été offerts. Seul le milieu à base de malt ne lui fournit pas les éléments nécessaires à une croissance rapide. Le milieu à base de carotte paraît le plus favorable.

La croissance journalière est en moyenne de 10 millimètres par jour.

3° INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ET DE L'OBSCURITÉ SUR LA CROISSANCE DU MYCÉLIUM

a) *Conditions de l'essai.* — *Fusarium avenaceum* se développe avec une vigueur remarquable, et nous avons cherché à voir l'influence d'une obscurité totale ou d'un éclaircissement continu sur la croissance du mycélium.

L'essai a été réalisé en boîte de Pétri; nous avons utilisé deux

milieux gélosés à base d'orge et de carotte, du Sabouraud et du Czapeck. Trois répétitions ont été faites pour chaque essai. L'ensemencement a toujours été fait à l'extrémité d'un diamètre et les mensurations effectuées toutes les vingt-quatre heures.

Une partie des boîtes a été maintenue à l'obscurité totale, et l'autre partie soumise à l'éclairement continu de lampes fluorescentes dont il a déjà été question dans les essais relatifs au *Cytospora* et au *Dothichiza*.

La température était dans tous les cas de 20° C.

b) *Résultats*. — Les résultats sont consignés dans le tableau ci-joint :

EXTENSION COMPARÉE DU MYCELIUM DE *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.
(cultivé en lumière artificielle et à l'obscurité)

EXPÉRIMENTATION RÉALISÉE AVEC UN ÉCLAIREMENT CONTINU				EXPÉRIMENTATION RÉALISÉE A L'OBSCURITÉ			
DC	S	O	CZ	DC	S	O	CZ
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
16	12	16	12	18	20	16	10
24	19	24	24	25	27	21	16
30	26	34	28	30	31	33	21
37	34	41	34	38	42	43	25
42	40	49	38	42	47	68	29
49	46	58	42	48	52	85	32
56	51	62	47	53	61	—	38
60	61	74	55	60	68	—	41
66	62	83	60	66	73	—	43
72	74	85	70	78	80	—	52
80	78	—	73	81	83	—	56
85	82	—	79	85	85	—	61
—	85	—	85	—	—	—	65
—	—	—	—	—	—	—	70

DC : milieu gélosé à base de carotte.

O : milieu gélosé à base d'orge.

S : Sabouraud.

CZ : Czapeck.

La première lecture a été faite après quarante-huit heures de mise en culture, et les lectures suivantes toutes les vingt-quatre heures. Les mensurations sont exprimées en millimètres.

Pour les cultures réalisées sur milieu gélosé à base de carotte et sur Sabouraud il n'y a pratiquement pas de différence entre les cultures soumises à un éclairage continu et celles maintenues à l'obscurité.

Sur milieu gélosé à base d'orge la croissance est plus rapide à l'obscurité. Sur Czapeck, par contre, la croissance est plus rapide à la lumière.

c) *Remarques sur l'aspect des cultures.* — Quel que soit le milieu, une pigmentation plus accusée est notable sur les cultures soumises à un éclairage continu; de plus, le mycélium a un aspect plus dense, plus aérien, plus floconneux sur les cultures éclairées.

d) *Conclusions.* — Il n'y a pas, comme dans le cas du *Dothichiza* et du *Cytospora*, de différences accusées entre des cultures réalisées à la lumière et à l'obscurité. La croissance est à peu près identique suivant les deux conditions. Néanmoins, il est bon de signaler l'effet favorable des radiations lumineuses sur la vigueur et la densité du mycélium.

4^o INFLUENCE DU pH SUR LA GERMINATION DES SPORES

a) *Conditions de l'essai.*

L'essai a été réalisé en cellule de Van Tieghem. Les spores de *Fusarium* ont été mises à germer dans des gouttes d'eau amenées à un certain pH par l'adjonction de substances appropriées.

Dans une première série d'essais, nous avons opéré aux pH : 1,9 — 2,4 — 6,1 — 6,5 — 7 — 9.

Dans une deuxième série d'essais les pH utilisés ont été les suivants : 1,81 — 1,98 — 3,78 — 5,02 — 6,37 — 6,80 — 7 — 7,54 — 8,36 — 9,15.

Donnons quelques précisions sur la manière dont ces pH ont été obtenus.

Première série :

pH 1,9 : 100 centimètres cubes d'eau + 5 décigrammes d'acide citrique.

pH 2,4 : 100 centimètres cubes + 2 décigrammes de NO_3Ca + 1 décigramme d'acide citrique.

pH 6,1 : 100 centimètres cubes d'eau + 7 décigrammes de phosphate disodique + 3 décigrammes d'acide citrique.

pH 6,5 : tel était le pH de l'eau bidistillée dont il a été usé au cours de l'essai.

pH 7 : 100 centimètres cubes d'eau + 2 décigrammes de NO_3Ca + 1 décigramme d'acide citrique.

pH 9 : 100 centimètres cubes d'eau + 2 décigrammes de phosphate monosodique + 5 décigrammes de phosphate disodique.

Comme il était possible d'objecter que les diverses substances nous ayant permis d'obtenir ces pH pouvaient en plus jouer un rôle propre dans la germination, et que des produits différents ont été utilisés suivant les pH, nous avons, dans une deuxième série d'essais, réalisé une gamme de pH en partant dans tous les cas des mêmes produits.

Deuxième série :

Nous avons utilisé le tampon universel de Britton et Robinson préparé comme suit :

A 1 litre d'eau, on ajoute : 3,92 g. de PO_4H_3 d. = 1,71; 2,40 g. de CH_3COOH , d. = 1,05; 2,48 g. de BO_2H (*Solution A*).

Afin d'obtenir les pH désirés, on ajoute à 40 centimètres cubes de la solution A des quantités variables de NaOH (N/5).

pH DÉSIRÉ	CC DE NaOH
	AJOUTÉS A 40 CC DE LA SOLUTION A
1,81	0
1,98	2
3,78	9
5,02	14
6,37	18
6,80	20
7	21
7,54	23
8,36	25
9,15	28

b) Résultats.

Première série :

A pH 1,9, nous n'avons observé aucun développement.

A pH 2,4, on note 40 p. 100 de germination au bout de vingt heures, et 80 p. 100 au bout de quarante heures. Les tubes germinatifs atteignent environ 100 μ après quarante heures de mise en culture.

A pH 6,1, la germination est de 90 p. 100 au bout de quarante heures et les tubes germinatifs ont un développement qui atteint 200 μ .

A pH 6,5 sont obtenus les meilleurs résultats, car la germination atteint 100 p. 100 au bout de quarante heures.

A pH 7, la germination commence à diminuer tout en restant fort appréciable (70 % = 40 h.), mais c'est à ce pH que les tubes germinatifs ont leur développement maximum (200 μ en 40 h.).

A pH 9 le développement est nul.

C'est entre des pH assez voisins (6 et 7) que le développement s'effectue le plus facilement. Des pH basiques — même très faiblement — sont particulièrement défavorables pour la germination. Le champignon supporte mieux des pH acides.

Deuxième série :

Cette deuxième série nous paraît plus valable, car les pH ont été obtenus dans tous les cas en partant de mêmes produits.

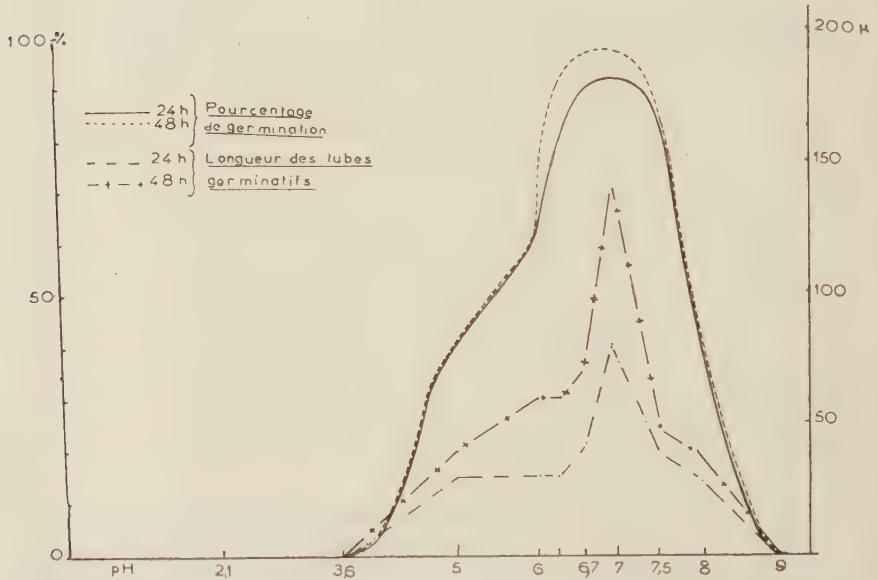


Fig. 75. — Influence du pH sur la germination des spores du *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. et sur le développement des tubes germinatifs.

Comme l'on peut le voir sur la figure 75, toute germination est inhibée au-dessous de pH 3,6 et au-dessus de pH 9; les meilleures conditions se situent entre pH 6 et 8, avec un optimum à pH 7.

B) L'EXPÉRIMENTATION SUR LE TERRAIN

1° *Pénétration du parasite.*

Nous avons opéré comme dans le cas des deux parasites déjà vus, c'est-à-dire en réalisant des inoculations à des niveaux plus ou moins profonds, et nous avons pu constater que, seules les inoculations profondes ont abouti par la suite au développement d'un facies maladif.

Il est donc possible de conclure qu'une **porte d'entrée** est absolument nécessaire pour que le parasite puisse pénétrer puis, par la suite, s'installer dans le végétal.

Ces portes d'entrée sont les mêmes que celles envisagées pour le *Dothichiza* et le *Cytospora*.

2° *Les périodes de sensibilité du végétal.*

a) **Techniques de notations.**

Elles sont identiques à celles déjà utilisées; se reporter au chapitre troisième de la seconde partie.

b) **Résultats.**

1° Centre expérimental de *Noyon*. — Pour les quatre cultivars, la période de sensibilité maximum se situe de *mars à juin-juillet*; on note également une sensibilité accrue au cours du mois d'octobre.

2° Centre expérimental de *Chevrières*. — C'est encore de **mars à juillet** que les quatre cultivars se montrent le plus sensible, mais c'est principalement au cours du mois de mars que cette sensibilité se manifeste avec le plus de netteté; signalons ici aussi un regain de la sensibilité au cours du mois d'octobre.

En résumé, si l'on notait de 0 à 10, la sensibilité des quatre cultivars au cours des différents mois de l'année dans les deux centres en question, on obtiendrait le tableau suivant :

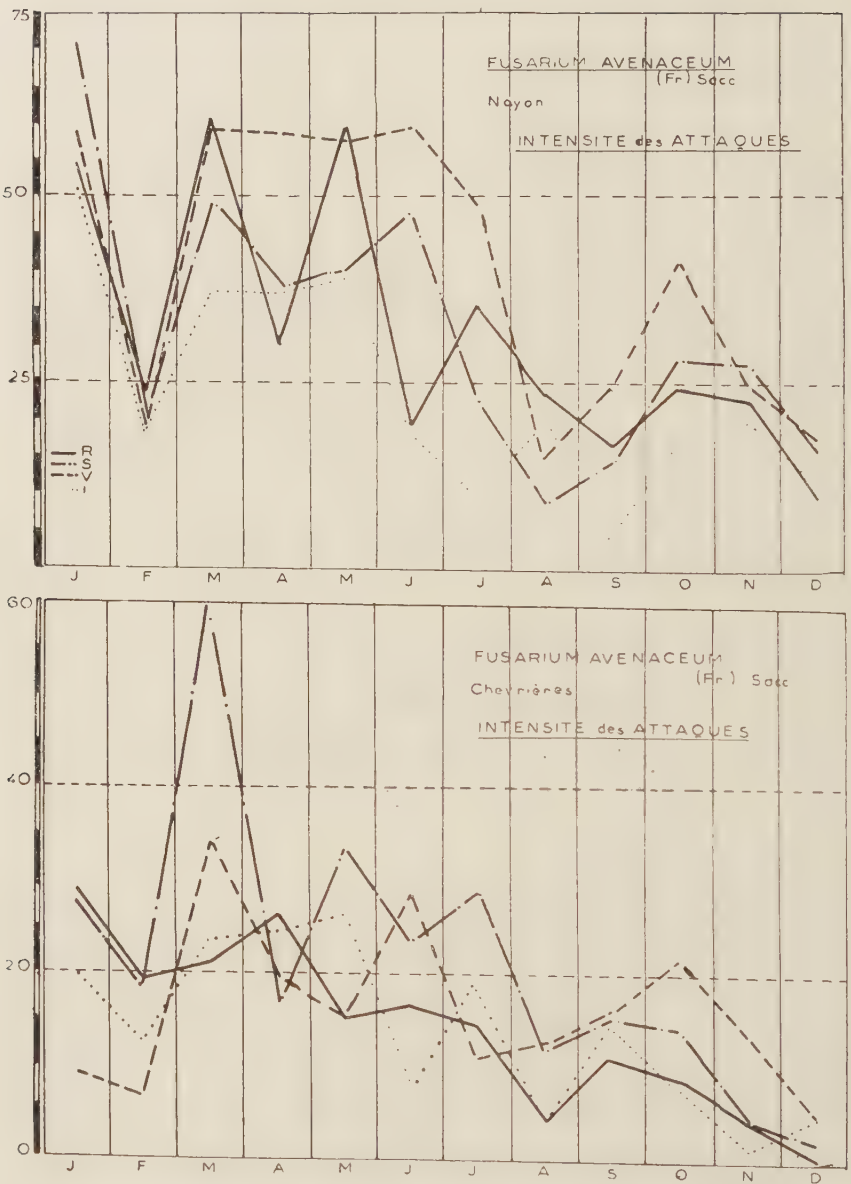


Fig. 76.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NOYON :												
robusta	7	3	8	4	8	2	4	3	2	3	2	1
serotina de Champagne	9	2	6	5	5	6	3	1	2	3	3	2
virginiana	7	2	8	8	8	8	6	2	3	5	3	2
I 214	6	2	5	5	5	2	1	2	1	2	2	1
CHEVRIÈRES :												
robusta	1	2	3	4	2	2	2	1	1	1	1	0
serotina de Champagne	1	2	8	2	4	3	3	2	2	2	1	0
virginiana	1	1	5	2	2	4	2	2	2	3	2	1
I 214	2	2	3	4	4	2	2	1	2	2	1	1

c) Conclusion (fig. 76).

La sensibilité du végétal se manifeste essentiellement au cours d'une période allant du mois de mars au mois de juin; mais il faut remarquer que cette période de sensibilité n'est pas enserrée dans des limites fort strictes comme c'est le cas pour le *Dothichiza* et le *Cytospora*.

Si en effet, pour ces deux parasites, il était totalement impossible de réussir une inoculation positive hors de la période d'arrêt de la végétation, ici, par contre, nous avons réussi des inoculations positives (en nombre notable) hors de la période de plus grande sensibilité qui vient d'être mentionnée.

3° L'évolution de la maladie.

La maladie évolue principalement du mois d'avril au mois de septembre avec un maximum de mai à juillet (fig. 77).

Si l'arbre est situé dans de bonnes conditions, il peut arriver à se rétablir au bout de quelques années; il est juste de remarquer que les arbres atteints ont un aspect tel qu'ils sont pratiquement invendables (fig. 78); de plus, au niveau de la zone altérée, existe un point de faiblesse et l'influence du vent peut se traduire par une cassure du plant. Si, par contre, l'arbre croît dans de mauvaises conditions, il devient facilement la proie d'autres parasites, tel le *Dothichiza*, et sa mort suit le plus souvent à brève échéance.

Afin de suivre d'une manière plus précise l'évolution de la maladie dans les centres de Noyon et de Chevrières, nous avons

adopté la même technique et le même système de notations que celui déjà utilisé pour le *Dothichiza* et le *Cytospora*; cela nous a permis d'obtenir les résultats suivants (fig. 79) :

a) **Centre expérimental de Noyon.** — La maladie évolue une grande partie de l'année, mais le maximum de l'évolution s'observe au cours des mois de mai et de juillet.

Le ' virginiana ' et le ' serotina de Champagne ' sont les cultivars sur lesquels la maladie évolue avec le plus d'intensité; sur le ' I 214 ' et sur le ' robusta ', l'évolution est moins importante. (Remarquons que, dans la nature; nos observations ont montré que le ' robusta ' était le plus atteint.)

b) **Centre expérimental de Chevrières.** — L'évolution se manifeste tout spécialement au cours des mois de juin et de juillet. Notons le décalage qui se produit sur le ' virginiana ', cultivar sur lequel la maladie marque nettement à partir du mois d'avril.

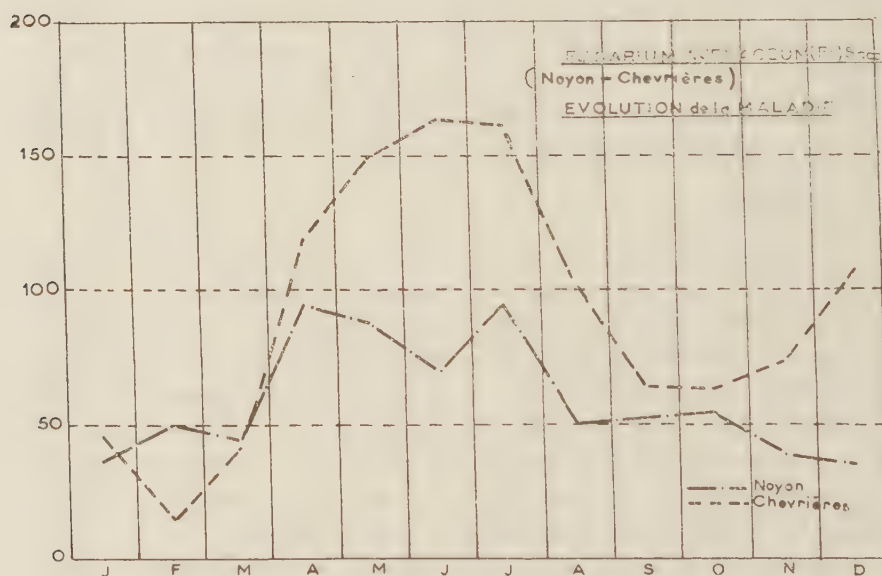


FIG. 77. — Evolution de la maladie dans les centres expérimentaux de Noyon et de Chevrières.



FIG. 78. — Moulages effectués aux points où des inoculations ont été réalisées à l'aide de *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. Des réactions chancreuses en tous points identiques à celles observées en nature sont obtenues. Les deux moulages du bas correspondent aux témoins (incisions sans introduction de parasite).

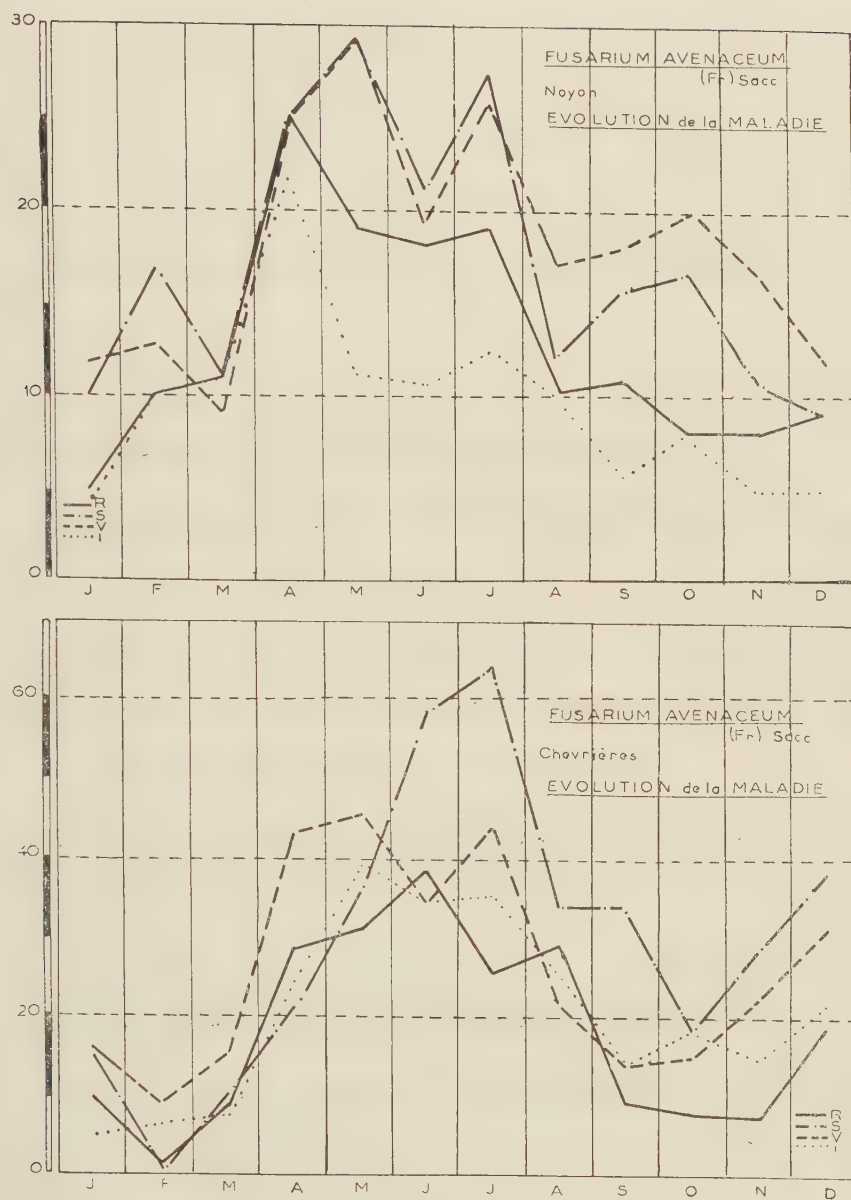


FIG. 79.

4^o INFLUENCE DES FACTEURS CLIMATIQUES

C'est au cours d'une période s'étalant de mars à août que se situent les attaques et l'évolution de la maladie.

1^o Centre de *Noyon*

On notait de mars à août (année 1955) :

	M	A	M	J	J	A
Moyenne des moyennes. . .	3,44	9,37	11,25	15,53	17,91	16,76
Degré hygrométrique . . .	80 %	67 %	73 %	82 %	84 %	85 %
Précipitations	10 mm	22 mm	99 mm	76 mm	70 mm	22 mm

On notait dans le même centre de mars à août 1956 :

	M	A	M	J	J	A
Moyenne des moyennes. . .	6,80	5,90	12,50	12,93	16,73	14,50
Degré hygrométrique . . .	79 %	87 %	83 %	92 %	92 %	93 %
Précipitations	9 mm	54 mm	27 mm	94 mm	86 mm	62 mm

2^o Centre de *Chevrières*

On notait de mars à août 1955

	M	A	M	J	J	A
Moyenne des moyennes. . .	3,57	5,85	10,22	14,30	16,36	17,87
Degré hygrométrique . . .	79 %	71 %	75 %	81 %	77 %	84 %
Précipitations	24,2 mm	14,8 mm	64,5 mm	32,6 mm	76,3 mm	26,8 mm

On notait de mars à août 1956 :

	M	A	M	J	J	A
Moyenne des moyennes. . .	6	7,3	14,03	13,86	17,61	15,44
Degré hygrométrique . . .	77 %	75 %	74 %	81 %	82 %	83 %
Précipitations	2 mm	43 mm	20 mm	67 mm	54 mm	82 mm

Rappelons que dans ces deux centres expérimentaux, la **sensibilité** maxima se manifeste de **mars à juin** et l'**évolution** de la maladie d'**avril à septembre**, avec un maxima de mai à juillet.

L'observation des résultats montre qu'une **température** assez élevée, d'une dizaine de degrés au moins, est la plus favorable tant pour l'installation que pour l'évolution de la maladie. Le parasite s'accommode assez mal des températures basses, et les températures qu'il rencontre au printemps et en été correspondent les mieux à ses besoins.

Pour ce qui se rapporte à l'**hygrométrie**, aussi bien dans le centre de Noyon que dans celui de Chevreières, un degré oscillant entre 70 et 80 p. 100 est suffisant pour permettre une bonne installation du parasite, par contre un degré hygrométrique plus élevé (supérieur, signalons-le, dans tous les cas à Noyon), supérieur à 80 p. 100 est favorable pour permettre une bonne évolution de la maladie (nous entendons par bonne évolution un bon développement de la maladie).

Les **précipitations** ne semblent pas avoir une importance réelle; cependant, les chutes de pluie importantes observées au cours de la période d'évolution de la maladie ont une influence favorable.

5° DIFFÉRENCE DE SENSIBILITÉ DES QUATRE CULTIVARS

Si nous classons par ordre de sensibilité croissante — en les notant de 0 à 10 — les quatre cultivars expérimentés dans les centres de Noyon et de Chevreières, nous obtenons le tableau suivant :

NOYON		CHEVRIÈRES	
1° ' I 214 '	3,5	1° ' I 214 '	1
2° ' serotina de Champagne '	4	2° ' serotina de Champagne '	3
3° ' virginiana '	5	3° ' virginiana '	4,5
4° ' robusta '	10	4° ' robusta '	5,5

Il a été tenu compte, pour l'établissement de ce tableau, de l'intensité des attaques et du pourcentage de mortalité; il en ressort que (fig. 80) :

— le ' serotina de Champagne ' et le ' I 214 ' sont dans les deux cas les moins sensibles;

— le ' virginiana ' et le ' robusta ' les plus sensibles.

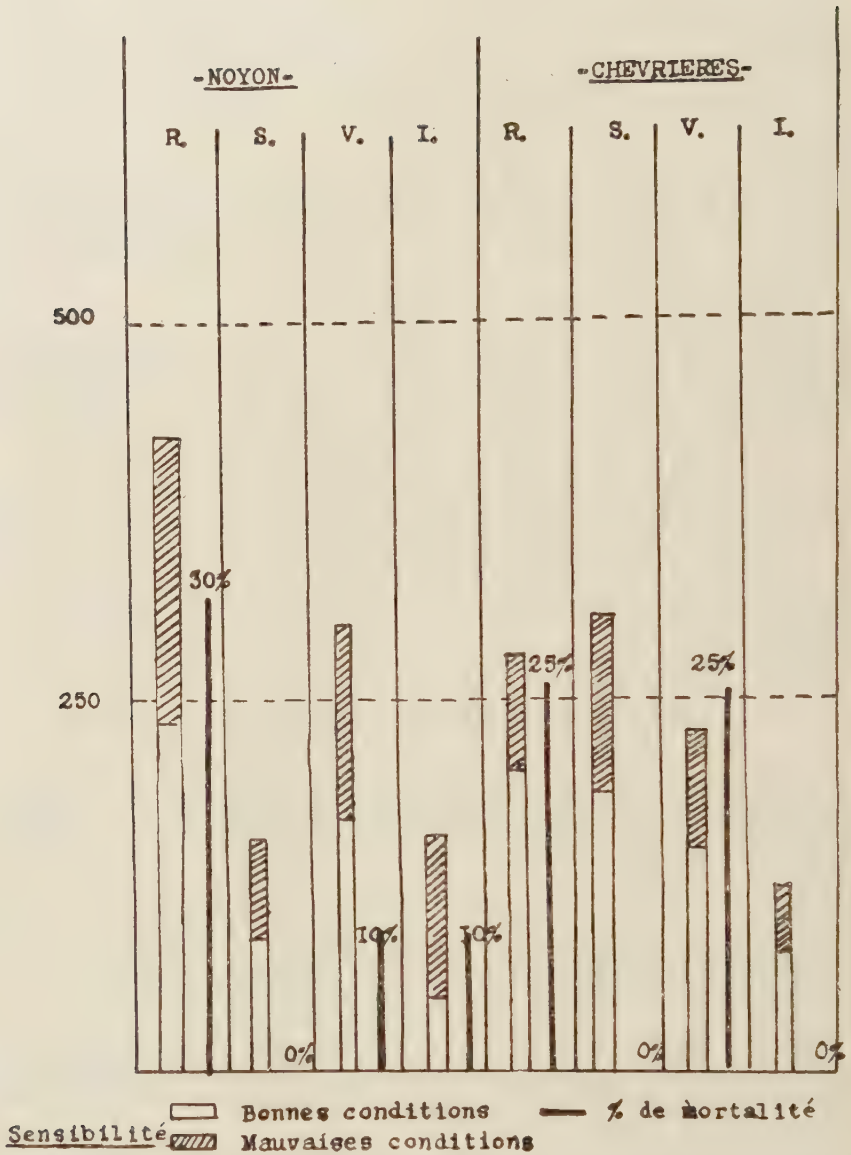


FIG. 80. — Différence de sensibilité des 4 cultivars à l'égard du *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. dans les centres expérimentaux de Noyon (Oise) et de Chevrières (Oise).

6° INFLUENCE DU TRAVAIL DU SOL

Au cours de l'expérimentation menée de 1953 à 1956 sur ce parasite, il ne nous est pas apparu de grandes différences en ce qui concerne l'implantation et l'évolution de la maladie dans les parcelles, où le sol était travaillé deux fois l'an, et dans celles où aucun entretien n'était effectué; cependant, au cours des nombreuses tournées et visites de plantations et pépinières que nous avons faites au cours de ces mêmes années, nous avons observé que cette maladie trouvait un terrain d'élection dans les pépinières ou peupleraies sises dans des terrains défavorables, mal entretenus, où régnait une humidité trop forte, et où l'on rencontrait en sous-étage un grand nombre de mauvaises herbes (pour les pépinières), des broussailles et du taillis (pour les jeunes plantations).

Dans ce cas là les résultats de l'expérimentation ne concordent pas pleinement avec les observations réalisées dans diverses plantations et pépinières.

CONCLUSIONS

L'expérimentation réalisée au Laboratoire et sur le terrain nous ont permis de préciser les caractéristiques biologiques et physiologiques de ce parasite lorsqu'il vit sur le Peuplier.

1° *Expérimentation réalisée sur le terrain.*

a) Nous avons abouti à des conclusions analogues à celles obtenues lors de l'étude du *Dothichiza* et du *Cytospora* en ce qui concerne la **pénétration** du parasite, à savoir qu'une **porte d'entrée**, naturelle ou provoquée, est absolument **nécessaire** au *Fusarium* pour qu'il puisse s'établir au sein des tissus du végétal : il est incapable de se frayer seul une voie.

b) Si dans le cas du *Cytospora* et du *Dothichiza*, la sensibilité du végétal est strictement liée à la période d'arrêt de la végétation, dans le cas du *Fusarium avenaceum*, par contre, la sensibilité du végétal s'observe principalement pendant la période s'étalant de

mars à juin-juillet, mais la sensibilité du végétal n'est pas absolument liée, d'une manière impérieuse, à une période fixe; ainsi il nous a été possible de réussir des inoculations en octobre et également en février. Ce que l'on peut affirmer pour ce parasite, c'est que la période correspondant au départ de la végétation est la plus favorable pour l'implantation de la maladie.

c) Le **développement** de la maladie, ainsi que son évolution, s'observent tout spécialement d'**avril à septembre**, avec un maximum de mai à juillet. Si dans bien des cas l'arbre ne meurt pas, il n'en reste pas moins vrai que son aspect est tel qu'il est pratiquement invendable, et de plus, les zones altérées sont des points propices pour l'introduction et l'implantation de parasites plus dangereux, tels le *Dothichiza* et le *Cytospora*.

d) Une **température** assez élevée (supérieure à 10° C) est nécessaire tant pour l'installation que pour l'évolution de la maladie. Un **degré hygrométrique** oscillant entre 70 et 80 p. 100 permet une bonne installation du parasite, et l'évolution de la maladie est tout particulièrement notable lorsque ce degré hygrométrique est supérieur à 80 p. 100.

Les précipitations ne semblent pas avoir une importance prépondérante sur l'implantation de la maladie, mais peuvent jouer pour faire évoluer cette dernière dans un sens positif.

e) Parmi les cultivars les plus utilisés en France, le *Populus* × *euramericana* cv. 'robusta' et le *Populus deltoïdes* cv. 'virginiana' apparaissent comme étant les plus sensibles au *Fusarium avenaceum*; les *Populus* × *euramericana* 'serotina de Champagne' et 'I 214' comme étant les plus résistants.

f) Expérimentalement, les façons culturales n'ont pas montré une importance prépondérante sur l'implantation et l'évolution de la maladie; mais, les nombreuses tournées effectuées tant en plantation qu'en pépinières nous ont montré que ce facies maladif s'observait principalement sur des arbres situés dans de mauvaises conditions.

2° *Expérimentation réalisée au Laboratoire.*

a) La **germination des spores** s'effectue (dans les conditions

précises de l'expérimentation) au bout de cinq à dix heures après un léger gonflement de ces dernières. Il ne semble pas y avoir de loges strictement privilégiées pour l'émission des tubes germinatifs qui sont grêles et hyalins.

b) Le mycélium de *Fusarium* se **développe vigoureusement** sur les **différents milieux** qui lui ont été offerts. Le milieu gélosé à base de carotte semble cependant le plus favorable. La croissance journalière est en moyenne de 10 millimètres. Une sporulation abondante s'observe au bout de trois semaines, un mois.

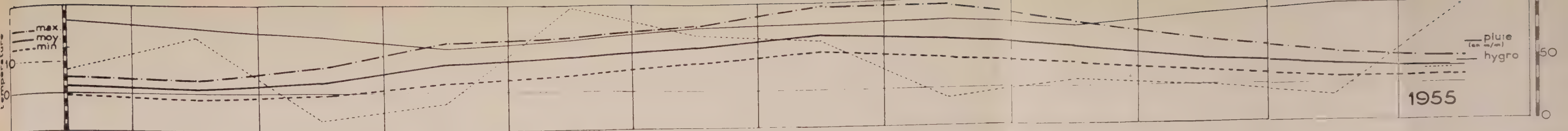
c) On ne note pas de différences accusées entre les cultures se développant à la **lumière**, et celles soumises à une **obscurité** continue; néanmoins, les radiations lumineuses exercent un effet favorable sur la densité du mycélium.

d) Les **pH** compris entre 6 et 8 sont les plus favorables, tant pour la germination des spores que pour la croissance mycélienne; l'optimum se situe à pH 7.

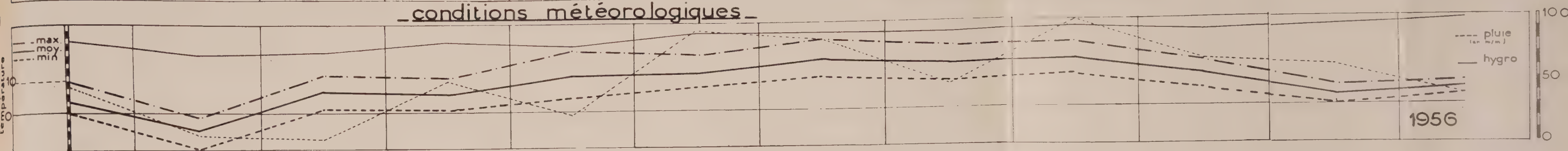
Fusarium avenaceum (Fr.) Sacc. se révèle comme étant susceptible de provoquer des altérations importantes sur les jeunes plants de Peupliers, tant en pépinière qu'en plantation. Si la mort du végétal n'est pas obligatoirement le stade final de la maladie, ce parasite cause néanmoins des dommages graves, car il enlève toute valeur marchande aux arbres atteints, et les déformations qu'il provoque facilitent l'implantation d'autres parasites.

Le bon entretien des pépinières et des plantations réduit dans une très large mesure l'extension et la propagation de ce parasite.

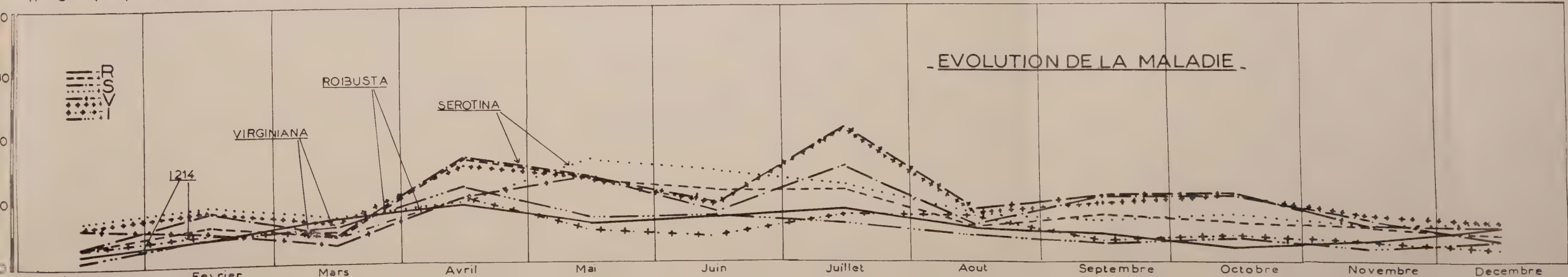
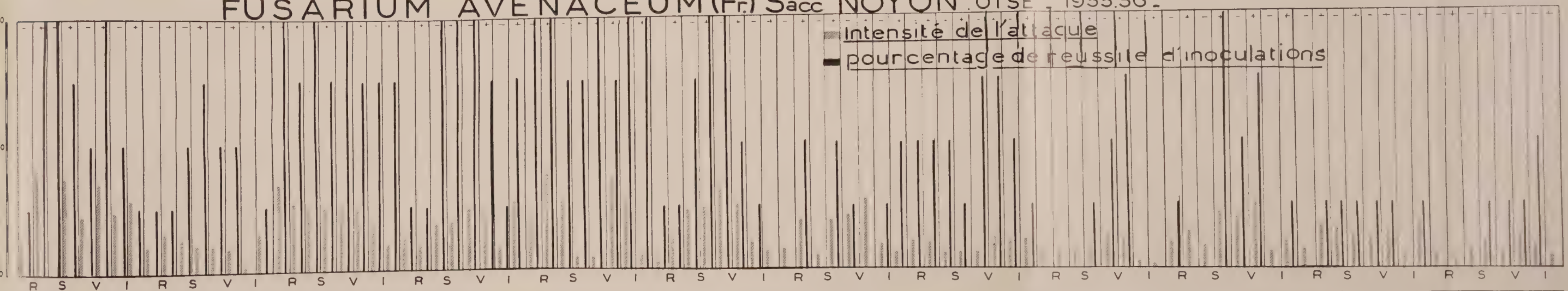
GRAPHIQUES EXPRIMANT LES RÉSULTATS DE L'EXPÉRI-
MENTATION RÉALISÉE SUR *Fusarium avenaceum* (FR.)
SACC. DANS LES CENTRES DE NOYON (OISE) ET CHE-
VRIÈRES (OISE) AU COURS DES ANNÉES 1955-1956.



conditions météorologiques



FUSARIUM AVENACEUM (Fr.) Sacc NOYON OISE 1955.56.



CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Dans ce qui précède, nous avons cherché à caractériser des manifestations de cause **parasitaire** déterminant des **chancres**. Ce terme de chancre couramment employé en Pathologie végétale demande quelques explications complémentaires.

*
* *

Les manifestations apparentes reconnues en nature comme survenant au delà de la période d'installation du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard, du *Cystospora chrysosperma* (Pers.) Fr. ou du *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. ont été désignées habituellement sous le nom de **chancre**. Les études relatives à ces réactions, à la fois corticales et profondes, comparativement à ce que l'on observe chez d'autres végétaux, montrent que le terme de chancre est appliqué en fait à des aspects très variés. La désignation concerne non pas l'agent causal lui-même, mais plutôt le **phénomène réactionnel** qui vient pallier à un traumatisme profond intéressant à la fois les assises corticales et le système vasculaire. C'est sous ce terme de chancre que sont réunies un certain nombre de manifestations d'origines différentes, telles que celles provoquées par *Nectria galligena* Bres. à qui est due l'une des maladies les plus importantes du pommier et du poirier, par *Nectria ditissima* Tul., agent causal d'une maladie du hêtre, ainsi que par *Nectria cucurbitula* (Tode) Fr. qui provoque des malformations sur les conifères. L'expression de chancre s'applique également aux altérations dues au *Diaporthe perniciosa* Marchal, sur les rameaux des arbres fruitiers, au *Diaporthe cinerascens* Sacc. sur le tronc des figuiers, au *Diaporthe oncostoma* (Duby) Fck. sur les rameaux du robinier faux-acacia; l'*Endothia parasitica* (Murr.) P. J. et H. W. Anderson, qui a causé des dégâts considérables principalement aux États-Unis et qui a gagné depuis peu de mois les châtaigniers de notre pays provoque aussi un facies maladif auquel le terme de chancre est communément attribué;

le *Crumenula pinicola* (Reb.) Karst. qui s'attaque tout spécialement au *Pinus silvestris* entraîne sur les arbres atteints, la formation de plaies irrégulièrement bordées au niveau desquelles se manifeste un abondant écoulement de résine.

Du fait même de la définition plus limitée que nous avons tenu à préciser, le chancre est une déformation intéressant uniquement les végétaux ligneux; ce n'est que par extension que l'on a appliqué ce terme à certaines altérations observées sur la tige ou les rameaux d'une foule de plantes pour désigner la prolifération cambiale qui succède à un traumatisme superficiel ou profond (chancre provenant d'une gélivure, d'une incision, d'une lésion bactérienne, etc.).

Le chancre ayant une origine parasitaire localisée constitue un type bien défini. Gäumann (1950) distingue quatre types de manifestations hypertrophiques. :

— Les **chancres** (*Nectria galligena* Bres., *Diaporthe cinerascens* Sacc., etc.).

— Les **galles** (*Plasmodiophora*, *Synchytriacées*, certaines *Ustilaginacées*).

— Les **balais de sorcière** (*Exoascales*, *Urédinales*).

— Les **anomalies** rencontrées chez les **organes sexuels** (*Sclerospora*, certaines *Ustilaginacées*).

Nous venons de préciser les caractéristiques principales des **chancres** tels qu'en provoquent le *Nectria galligena*, le *Nectria ditissima*, le *Diaporthe cinerascens*, l'*Endothia parasitica*. Parmi les *Plasmodiophoracées*, rappelons le mode de développement de *Plasmodiophora brassicae* Wor.; ce champignon progresse grâce à la migration des plasmodes au sein des parenchymes des racines et des collets, et remplit partiellement ou complètement la cellule attaquée qui manifeste une hypertrophie accusée se traduisant par la production d'une galle développée dans la région atteinte. Katterfeld (1924) a montré que le *Plasmodiophora brassicae* Wor. provoque un commencement d'hypertrophie sur les organes souterrains et le collet du chou après une période d'incubation de dix jours. Un exemple de galle particulièrement typique est encore celui fourni par les plants de pomme de terre attaqués par un autre *Archimycète*, le *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Il se forme sur l'appareil aérien, le stolon et les tubercules des hypertrophies largement proéminentes.

Parmi les *Ustilaginacées*, les *Tuburcinia* entraînent également sur certains végétaux qu'ils parasitent la formation d'excroissances, de galles qui sont constituées par des amas sporifères en voie d'évolution ainsi que par les tissus réactionnels de la plante qui eux, forment la majeure partie de la galle et enrobent fortement les spores arrivées à maturité : de bons exemples de ces formes de galles se rencontrent sur les pétioles de violettes attaquées par le *Tuburcinia violea* (Sow.) Liro, ainsi que sur les pétioles, les pédoncules floraux et les bractées des anémones parasitées par le *Tuburcinia anemones* (Pers.) Liro.

Les « balais de sorcière » les plus typiques sont provoqués par des *Taphrinacées* ; le bourgeon initialement contaminé, subit une hypertrophie généralisée ou meurt ; les bourgeons axillaires prennent alors un développement anormal et produisent des rameaux grêles groupés en un massif. La pérennance du mycélium dans les pousses jeunes permet la reproduction du faciès maladif durant plusieurs années consécutives, et ces « balais de sorcière » acquièrent parfois des dimensions considérables. Les déformations les plus caractéristiques correspondant à ce type de réaction s'observent sur le prunier à la suite des attaques de *Taphrina insititiæ* (Sad.) Johans., sur le bouleau parasité par *Taphrina turgida* (Rostr.) Sad. ou par *Taphrina betulina* Rostr., ou sur le charme contaminé par *Taphrina carpini* Rostr.

Des déformations analogues à celles qui viennent d'être décrites peuvent aussi être provoquées par certaines espèces d'*Urédinales* s'installant sur des végétaux ligneux ; l'action du mycélium vivace se traduit par la prolifération de ramifications secondaires grêles qui déterminent l'apparition d'un massif de branchettes réunies en un bouquet (on donne encore le nom de balai de sorcière à ce faciès maladif). Les déformations occupent une position quelconque sur l'arbre atteint ; elles apparaissent aux dépens du tronc ou des branches latérales, mais une des caractéristiques de leur évolution est la direction verticale que prennent les rameaux qui constituent la touffe anormale. L'altération est soit localisée et de petites dimensions, soit au contraire fort développée et intéresse la majeure partie de l'arbre ; c'est ce que l'on observe parfois sur *Juniperus oxycedrus*

attaqué par *Gymnosporangium gracile* Pat. dans les garrigues du midi de la France. L'aspect de l'arbre est alors profondément modifié, d'élané il devient trapu ou ramassé en boule. Les rameaux formant le balai de sorcière sont toujours grêles à entre-nœuds serrés et portent des feuilles petites, réduites quelquefois à de simples écailles très rapprochées les unes des autres; il s'ensuit une compacité anormale du feuillage en même temps qu'une coloration plus intense au début de la végétation.

La durée des feuilles est très réduite sur les essences à feuillage persistant; celui-ci devient caduc : c'est ce que l'on observe sur les conifères attaquées par *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) Schrœt. La disposition des feuilles sur les rameaux est modifiée; elles s'orientent en tous sens par suite de la croissance verticale des rameaux des balais de sorcière qui se développent.

Rappelons qu'un certain nombre de déformations rappelant celles provoquées par *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) Schrœt. se rencontrent sur les plantations d'épicéas. Elles ont été étudiées par Tubeuf (1910) qui a pu les reproduire par semis; ces altérations correspondent à des variations gemmaires. Elles ont été observées également par Jaccard (1911).

Signalons que certaines *Urédinales* provoquent des réactions qui se rapprochent nettement des formations chancreuses telles que nous les avons précisées plus haut. Dans ces cas là, les rameaux jeunes, actifs, subissent des hypertrophies quand le mycélium, vivace et localisé, pénétrant dans la zone cambiale provoque le développement anormal du bois. Par exemple, il se produit des épaississements bien caractérisés, fusiformes sur les rameaux de genévrier porteurs de la forme probaside des *Gymnosporangium*, ou cylindriques, puis fortement crevassés sur les troncs et les gros rameaux de pins envahis par *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) Schrœt. : ces déformations sont connues sous le nom de « **chaudrons** » ou de « **dorges** ».

Enfin, un dernier type de réaction hypertrophique est celui que l'on observe lors de la présence d'anomalies chez les organes sexuels. Ainsi, chez le maïs, les inflorescences mâles se dégagent incomplètement de la gaine si le pied est atteint par *Sclerospora graminicola* (Sacc.) Schrœt., et l'on observe une transformation plus

ou moins complète des organes sexuels en écailles vertes. Des phénomènes de virescence, de viviparité, des hypertrophies diverses et des déformations s'observent aussi sur les nombreuses graminées sauvages qui sont attaquées par le *Sclerospora macrospora* Sacc. Des manifestations hypertrophiques fort importantes se manifestent également sur les fleurs de maïs, des deux sexes, parasitées par *Ustilago maydis* (DC.) Cda.

*
* *

Signalons que dans les pays chauds, les affections appelées **chancres** ou le plus souvent du nom anglais de « **canker** », ne correspondent pas toujours à l'aspect des chancres des régions tempérées : elles sont moins bien définies et ont un sens plus général. Ce sont des plaies avec ou sans dépression marquée, à bourrelets peu apparents ou nuls provoquant un brunissement de l'écorce qui reste **humide** en surface (chancre du cacaoyer dû au *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. qui se manifeste dans toute l'aire de culture du cacaoyer et qui cause des chancres des rameaux débutant habituellement au niveau du point d'attache d'un fruit détruit par la pourriture noire; le mycélium se développe dans ce cas dans le bois jeune au niveau de l'assise cambiale et y constitue une nécrose qui gagne progressivement les tissus voisins, c'est-à-dire le bois interne d'une part et l'écorce d'autre part; l'écorce, plus rarement, peut rester **sèche** (chancres des rameaux de théier dus à *Macrophoma theicola*, Petch).

Les « cankers » déterminent en général des **pourritures aqueuses** des tissus corticaux profonds ou ligneux et s'accompagnent assez souvent d'exsudations de produits normalement élaborés par la plante (on peut dans cet ordre d'idées donner le nom de « canker » aux altérations provoquées par *Crumenula pinicola* (Reb.) Karst.), ou bien résultant d'une réaction, comme dans le cas des gommoses : les altérations qui se produisent sur les *Citrus* à la suite des attaques dues au *Phytophthora citrophthora* (Sm. et Sm.) Leon. illustrent bien ce type de « cankers ».

Malgré la correspondance des mots chancre et « canker », ils doivent être considérés en Phytopathologie comme désignant des

lésions un peu différentes. Le chancre est typiquement une plaie sèche engendrant des réactions hyperplasiques chez l'hôte; le « **canker** » est très souvent une plaie humide, parfois accompagnée d'écoulements et ne provoquant pas ou très peu de réactions d'accroissement dans les tissus avoisinants.

Dans le cas du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard et du *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr., l'attaque se traduit dans la majorité des cas par un envahissement généralisé des cellules des tissus corticaux profonds, libériens et ligneux, envahissement qui est particulièrement rapide pendant le repos de la végétation. Cet envahissement mycélien entraîne une altération prononcée des tissus parcourus par les hyphes ou des tissus périphériques, et se manifeste ensuite par le dessèchement accusé de toute la partie située au-dessus du point d'attaque (il peut s'agir d'une branche, d'une flèche ou d'un plant tout entier) : la partie desséchée ne tarde pas à être totalement envahie par le champignon, et à se couvrir de pycnides qui sont autant de sources pour des contaminations ultérieures. Ici, le terme de **chancre** ne peut s'appliquer pour de telles attaques, le **dessèchement** et la mort de l'arbre intervenant avant la manifestation de toute réaction tissulaire qui est à l'origine d'une déformation apparente chancreuse.

Par contre, dans un certain nombre de cas, l'assise génératrice reprend son activité avant que le parasite n'ait pu réaliser un développement embrassant circulairement la branche ou le tronc atteint; dans ce cas, si le végétal se trouve placé dans de bonnes conditions de reprise (sol convenable, conditions météorologiques normales; sans gelées tardives ou sécheresse excessive anormale), on note l'apparition de phénomènes réactionnels, et le nom de **chancre**, pris dans le sens que nous lui avons donné plus haut peut être alors appliqué à ce faciès maladif.

Le terme de chancre, tel que nous l'avons défini, peut également s'appliquer parfaitement au faciès provoqué sur les Peupliers par *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.; l'action de ce *Fusarium* est localisée: elle ne se manifeste pas à distance comme cela se produit pour un nombre important de champignons et en particulier de *Fusarium* qui agissent loin du foyer d'infection par l'intermédiaire de *toxines*. Rosen (1926) a montré que le *Fusarium vasinfectum* Atk. agent de

flétrissement du cotonnier agissant par un semblable mécanisme; Demond et Waggoner (1953) étudiant le flétrissement de la tomate ont prouvé que le *Fusarium oxysporum* Selecht. var. *lycopersici* agissait de la même manière.

Nous ne sommes pas ici en présence d'une fusariose trachéomytique; nous avons à faire à un chancre fusarien localisé, la zone altérée se limitant à proximité du point d'implantation de la maladie. Le *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. prolifère dans les tissus jeunes tout spécialement au moment du départ de la végétation; nous avons donc là une forme de progression que l'on peut rapprocher dans une certaine mesure de celle de la maladie du Bayoud du palmier, causée par le *Fusarium albedinis* (Kill. et Maire) Malençon, bien que dans ce cas-là, le développement de ce parasite soit plus important et plus rapide que ce que nous avons observé pour le *Fusarium avenaceum* sur le Peuplier.

*
* *

Ces manifestations chancreuses peuvent se rapprocher dans une certaine mesure des réactions observées pour les **blessures**.

Quelle que soit leur origine, les blessures (écrasement, chutes de grêlons, poussée du vent, choc mécanique...) ont pour effet immédiat la mise à l'air libre d'un tissu vivant jusqu'alors enclavé dans des éléments de constitution telle qu'il peut être défini des assises protectrices recouvrant des assises fonctionnelles. Lorsque, dans une blessure, les tissus sont lésés jusqu'au niveau du bois, la cicatrisation ne se produit guère au niveau du parenchyme cortical qui n'a qu'un pouvoir de prolifération fort limité. Le parenchyme cortical peut tout au plus, en cas de blessure, donner naissance à quelques formations subéro-phellodermiques; le bois mis à nu est incapable de proliférer et l'on note simplement la formation de gommages et de thyllodes au niveau de la zone ligneuse maintenant à l'air libre; par contre, on note un épanouissement de l'assise génératrice libéro-ligneuse qui, grâce à son fonctionnement actif, donne naissance à un bourrelet cicatriciel (avec formation de bois et de liber de blessure) qui résorbe plus ou moins complètement la blessure. Le fonctionnement de l'assise génératrice libéro-ligneuse est capital pour la résorption des blessures,

et ce sont des **réactions de même nature** que l'on observe dans le cas de la résorption des attaques dues au *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr., au *Dothichiza populea* Sacc. et Briard ou au *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc.

*
* * *

Il est presque toujours délicat de définir une espèce **saprophyte** (se nourrissant aux dépens de débris végétaux dont ils achèvent la destruction) ou une espèce **parasite** (se nourrissant aux dépens d'êtres vivants dont ils altèrent le protoplasme).

Tout d'abord, on ne peut pas décider avec une entière rigueur si un organe est mort ou vivant; le corps ligneux des arbres est constitué pour la plus grande partie de cellules mortes dont les parois seules subsistent; il n'y a que les cellules du parenchyme ligneux, les rayons médullaires et les cambiums (portions assez faibles de la tige) qui vivent et contiennent du protoplasme.

La séparation en parasites et saprophytes doit vraisemblablement laisser la place à un terme intermédiaire. Hartig (1900) propose de classer en quatre groupes les cryptogames :

- les **saprophytes stricts**,
- les **saprophytes facultatifs**,
- les **parasites facultatifs**,
- les **parasites stricts**.

Les groupes intermédiaires sont difficilement définissables d'une manière précise; les saprophytes facultatifs ou les parasites facultatifs peuvent être, d'après Roger (1951), considérés comme des champignons polyphytes pouvant, dans certaines conditions, se comporter comme des parasites atténués ou dans d'autres, comme des saprophytes pouvant acquérir un pouvoir pathogène leur permettant d'utiliser la matière suivante.

De très nombreux champignons se placent à la limite du parasitisme et du saprophytisme; c'est le cas par exemple du *Botryodiplodia theobromae* Pat. qui se développe soit en saprophyte, soit en parasite sur un grand nombre de plantes cultivées hévca, cotonnier, caféier, théier et sauvages des régions tropicales;

il provoque des affections diverses qui se traduisent finalement par le dépérissement et la mort de la plante), du *Botrytis cinerea* Pers. (que l'on rencontre presque en toute saison sur les débris végétaux en voie de décomposition et qui est l'agent d'une maladie importante des plantes de serre et des jeunes semis connue sous le nom de « toile »; il provoque également sur la vigne « la pourriture grise » des grappes), du *Phytophthora omnivora* de By., des *bactéries phytopathogènes*, etc., qui peuvent aussi bien se développer sur des organes vivants que sur des tissus morts, et dont certains d'entre eux peuvent être aisément reproduits en cultures pures. Dans le même ordre d'idées, on pourrait encore citer le *Marasmius sacchari* Wakk. sur la canne à sucre, et le *Marasmius semiustus* B. et C. sur le bananier, qui croissent à la fois sur ces plantes et sur leurs débris morts.

Le *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. et le *Dothichiza populea* Sacc. et Briard **sont susceptibles de se développer facilement en saprophytes** : on les rencontre fréquemment couvrant de leurs pycnides des branches et de plants de Peupliers abandonnés sur le sol (ce qui est une des causes d'un maintien d'une source de contamination). On trouve parfois aussi, mais plus rarement *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. se développant à l'état de saprophyte sur du Peuplier mort. Ces trois champignons se cultivent parfaitement sur différents milieux synthétiques et il est relativement aisé d'obtenir leur bon développement en culture pure.

Mais, si ces faits nous permettent de penser à un saprophytisme facultatif, il n'en est pas moins vrai que les recherches réalisées dans les centres de Noyon, Chevrières, Saint-Gobain ont permis de constater de façon nette que ces trois champignons sont parfaitement capables, dans une très large mesure, de manifester une action parasitaire rapidement destructrice sur les jeunes plants de Peupliers. Le terme de **parasites** nous semble parfaitement applicable dans ce cas. Il est juste cependant de remarquer que cette action parasitaire se manifeste plus spécialement sur des plants affaiblis ou soumis à des façons culturales ou à des conditions météorologiques s'écartant de la normale, et le terme de **pertophytes** utilisé par Schmidle (1953) pour caractériser les champignons nécessitant pour leur développement parasitaire un certain nombre de conditions affaiblissant le végétal peut, à la rigueur, être utilisé pour le

Cytospora chrysosperma, le *Dothichiza populea* et le *Fusarium avenaceum*.

Insistons sur le fait que la qualité de **parasite facultatif** (si nous reprenons l'expression de Roger, 1951) n'est nullement incompatible avec la coexistence d'un pouvoir pathogène élevé.

* * *

Nous avons vu que les trois champignons étudiés nécessitent la présence d'une porte d'entrée afin de pouvoir se frayer ultérieurement un chemin au sein des tissus vivants; cela est absolument indispensable pour le *Cytospora*, le *Dothichiza* et le *Fusarium*. Cette nécessité, observée pour ces trois champignons sur le Peuplier, se retrouve pour un grand nombre de cryptogames s'attaquant à d'autres végétaux ligneux. Whiltshire (1914) s'attachant aux modalités de la pénétration de *Nectria galligena* Bres., constate que la présence d'une blessure est nécessaire pour l'implantation du champignon; Grant et Spaulding (1939) s'intéressant à ce même champignon confirment ce fait et montrent en outre qu'il ne s'installe que sur des tissus vivants; Bulit (1957) a montré l'importance des cicatrices foliaires et des plaies de taille pour la pénétration de ce même *Nectria galligena* au sein du végétal. Guinier (1915) signale l'importance des lésions corticales et des conséquences des plaies de grêle sur la pénétration du *Nectria ditissima* Tul. Mayr (1882) a montré expérimentalement que lorsque le *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. se comporte en parasite, une lésion initiale devient indispensable pour son implantation.

Cette nécessité d'une **porte d'entrée initiale** nous apparaît donc comme une caractéristique fréquemment représentée chez les champignons s'attaquant aux végétaux ligneux. Ce mode de pénétration s'oppose à celui rencontré chez de nombreux champignons qui peuvent pénétrer au travers d'organes non lésés.

Certains d'entre eux pénètrent par **perçement mécanique cuticulaire** (ce qui a été précisé par Louvet (1957) pour le *Botrytis cinerea* Pers.) ou par **dissolution chimique cuticulaire** (*Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fek.); d'autres profitent des voies naturelles qui leur sont offertes : l'*Hemileia vastatrix* B. et Br., et le *Septoria*

apii (Briosi et Cav.) Chest. profitent des ouvertures qu'ils trouvent au niveau des **stomates** pour s'installer au sein du végétal, et l'*Actinomyces scabies* (Thxt.) Güss pénètre dans la plante hôte au niveau des **lenticelles**.

Un certain nombre d'organes spéciaux peuvent encore fournir un terrain particulièrement favorable pour la pénétration des agents parasites; c'est le cas des **stigmates** [*Claviceps purpurea* (Fr.) Tul, *Ustilago tritici* (Pers.) Rostr.]; des **micropyles** [*Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. sur pommier], des **plantules** [*Ustilago nuda* (Jens) Rostr., *Tilletia caries* (DC.) Tul.], des **bourgeons** [*Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) Schroet.]. Enfin, des champignons peuvent encore s'introduire dans le végétal jusqu'alors sain au niveau des **poils racinaires** (*Fusarium oxysporum* Schlecht., qui est l'agent de la fusariose du bananier].

Ces exemples nous précisent les nombreux modes de pénétration utilisés par les champignons; mais, dans le cas des végétaux ligneux, la barrière corticale, possédant son intégrité, constitue, dans la majorité des cas, un obstacle pratiquement infranchissable pour de nombreux agents et en particulier pour plusieurs parasites cryptogames, et, une lésion, le plus souvent profonde, est indispensable pour la pénétration.

Si nous avons trouvé des points communs entre le *Cytospora chrysosperma*, le *Dothichiza populea*, le *Fusarium avenaceum* et un certain nombre de *Nectria* en ce qui concerne le mode de pénétration, des différences nettes s'observent entre les deux premiers champignons et le *Nectria galligena* Bres. en ce qui se rapporte sur les périodes particulièrement propices pour l'implantation de la maladie.

Marsh (1940) a montré que la période la plus favorable pour la réussite des inoculations expérimentales réalisées avec *Nectria galligena* se situait tout spécialement en octobre et en avril, mais que durant la période automnale et hivernale, l'arbre acquiert une véritable immunité; des observations analogues ont été faites à ce sujet par Bulit (1956). Ceci s'oppose totalement aux résultats obtenus pour les inoculations faites sur le Peuplier avec le *Dothichiza* et le *Cytospora*: la période particulièrement favorable pour la réussite des inoculations se situant au cours de l'automne et de l'hiver. Neger (1916) a constaté que les infections dues au *Nectria cucurbitula*

(Tode) Fr. s'effectuent principalement pendant la période hivernale.

Ces différences, en ce qui concerne les périodes de sensibilité, tiennent d'une part au végétal lui-même, mais également à la biologie du champignon que l'on envisage, les nécessités climatiques et de nutrition indispensables pour la bonne croissance de la cryptogame variant suivant l'espèce considérée.

Dans le cas des trois champignons qui ont fait l'objet de la présente étude, un temps de latence assez court sépare la contamination de la manifestation de l'altération. Cette altération, qui se manifeste extérieurement par une décoloration des tissus lésés, qui deviennent noirâtres, est corrélative à la progression mycélienne.

Ces parasites supportent la nécrose, et, les parties nécrosées et désorganisées sont les plus favorables pour la formation des éléments de fructification (ceci est tout spécialement vrai pour le *Dothichiza* et le *Cystospora*).

Nous avons observé que dans le cas du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard, le mycélium était susceptible de conserver sa vitalité pendant une durée supérieure à une année au sein de la zone parasitée et de reprendre ultérieurement son développement; ceci se produit dans 15 à 20 p. 100 des attaques. Cette reprise de l'action parasitaire se manifestant sur plusieurs années a été observée par Hartig (1890) en ce qui concerne le *Nectria ditissima* Tul.; elle s'observe également chez le *Diaporthe perniciosa* Marchal et chez l'*Endothia parasitica* (Murr.) P. J. et H. W. Anderson qui conservent leur action parasitaire et leur vitalité plusieurs années au sein de la zone altérée et « échappent » à la cicatrice qui tente de se manifester.

En conclusion, les trois champignons étudiés dans le présent mémoire doivent être considérés comme des parasites sous certaines conditions; bien que pouvant se comporter à certaines périodes comme des saprophytes, le saprophytisme n'exclut pas, comme nous avons pu le voir, un pouvoir parasitaire développé.

Le développement aux dépens du végétal ligneux se traduit par l'apparition de réactions hypertrophiques auxquelles on peut donner le nom de chancre, ce terme de chancre étant pris dans le sens bien délimité vu plus haut.

Insistons sur le fait que, dans le cas d'attaques de *Dothichiza*

ou de *Cytospora*, la mort du plant intervient bien souvent avant qu'une réaction tissulaire puisse se manifester.

Une porte d'entrée est nécessaire pour l'implantation du parasite, et, cela est un fait que l'on retrouve assez fréquemment pour les champignons parasites des végétaux ligneux.

L'étude de la biologie de ces trois champignons nous a montré qu'ils n'ont pas d'exigences strictes pour leur bon développement : cette plasticité explique dans une certaine mesure leur diffusion.

La connaissance de la physiologie et de la biologie des trois principaux parasites cryptogames de Peuplier en France : *Dothichiza populea* Sacc. et Briard, *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. pourra sans doute permettre de lutter contre leur propagation et leur extension. C'est l'un des buts du présent mémoire.

BIBLIOGRAPHIE

- AMES (A.). — The temperature relations of some fungi causing storage rots. *Phytopath.*, 1955, **5**, 11-19.
- BALDACCII (E.), CIFERRI (R.), ORSENIGO (M.) et SCARAMUZZI (G.). — Osservazioni sul « cancro batterido » del Pioppo in Lombardia. Notiziario sulle malattie delle piante. *Istit. patol. Veg. l'Univ. Milano*. Marzo-Aprile, 1950, **15-25**.
- BAVENDAMM (V.). — Der Rindenbrand der Pappeln. *Tharandt. forstl. Jb.*, 1936, n° 87, 177-179.
- BIER (J. E.). — *Septoria* canker of introduced and native Poplars. *Canadian Jour. Res.*, 1939, **17**, 195-204.
- BONASEWICZ (Eng. Felix). — The method of teaching of macroscopic identification of woods. *Act. I^{er} Congr. Inter. Sylvic. Rome*. Rap. 3^e Ses., 1926, **4**, 525.
- BRINK (G.) et ENDE (G.). — Van den Verslag van het onderzoek naar Populieren Kanken in 1943 en 1949. *Meded Ned Heidmaatsch*, 1951, **13**, 1-15.
- BROOKS (C.) et COOLEY (J. S.). — Temperature relations apple-rot fungi. *J. Agric. Res.*, 1917, **8**, 139-164.
- BROWN (W.). — Studies in the physiology of parasitism. IX. The effect on the germination of fungal spores of volatile substances arising from plant tissues. *Ibid.*, 1922, **36**, 285-300.
- BUGNICOURT (F.). — Les Fusarium et Cylindrocarpon de l'Indochine. *Paul Lechevallier, éditeur*, Paris, 1936.
- BULIT (J.) et TARIS (B.). — Comparaisons entre le dinitro-ortho-crésol et le dinitro-butyl-phénol en tant que fongicides. *C. R. Acad. Agr.*, 27 juin 1956, 9 p.
- BUTIN (H.). — Ueber den Einfluss des Wassergehaltes der Pappel auf ihre Resistenz gegenueber *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. *Phytopath. Z.*, 1955, **24**, 245-264.
- CAMPREDON (J.). — Compte rendu des recherches sur les Peupliers *Robusta* poursuivies en 1953. *Rap. activité Com. Nation. française Peuplier*, 1953, Annexe 1.
- CARTWRIGHT (K.). — A satisfactory method of staining fungal mycelium in wood sections. *Ann. Bot.*, 1929, **43**, 1-2.
- CENTRE TECHNIQUE DU BOIS. — Source des recherches. Compte rendu des recherches sur le Peuplier *robusta* poursuivies en 1954 pour le compte de la Commission nationale du Peuplier. Paris, 1955.
- CHARDENON (J.). — Les Peupliers américains d'importation récente. *Rap. et Com. VIII^e Congr. Intern. de Bot.*, section 13, 1954, 144-145.
- CHARDENON (J.) et TARIS (B.). — Effet phytotoxique de quelques fongicides vis-à-vis des boutures de peupliers. *C. R. Acad. Agric.*, 31 octobre 1956, 4 p.
- CHRISTENSEN (C. M.). — Studies on the biology of *Valsa sordida* and *Cytospora chrysosperma*. *Phytopath.*, 1940, **30**, 6, 459-475, 3 fig.
- CHORIN (M.). — *Cytospora chrysosperma* on *Populus nigra*. *Palest. J. Bot. R. Ser.*, 1939, **2**, 2, 251-288, 1 fig.
- CIFERRI (R.). — Malatie crittogamiche del Pioppo in Italia. *Atti., Ist. Bot. Univ. Pavia, Ser.*, 1951, **5**, 8, 205-229, 8 fig., 2 cartes.
- CIFERRI (R.). — Report of the 5th. Session of the International Poplar Commission and proceedings of the 4th. International Poplar Congress. *Rome, F. A. O.*, 1951, 68.
- COCHRANE (V. W.). — The effect of artificial light on germination of uredospores of *Phragmidium mucronatum* (Fr.). Schlecht, *Phytopath.*, 1945, **25**, 458-462.
- CURRO (P.). — Variations in moisture content, basic and oven-dry density in *Populus × euramericana* (Dode) Guinier cv. 'I 214'. *Commis. Intern. Peuplier*, 8^e ses., Madrid, 1955.
- DAVIS (S. H.). — Poplar canker. A note on the susceptibility of various poplar species. *Bull. Morris Arboretum*, 1952, **4**, 3, 28 p.
- DAVIS (S. H.). — Poplar planting. *Leaf. For. Comm. Lond.*, 1948, **27**, 14 p., 7 fig.

- DAY (W. R.) et PEACE (T. R.). — Poplar canker. *Quart. Journ. of Forestry*, 1934, **28**, 1, 32-43.
- DAY (W. R.) et PEACE (T. R.). — The experimental production and the diagnosis of frost injury on forest trees. *Oxford Forestry Mem.*, 1934, **16**, 60 p., 10 pl., 5 graph.
- DELACROIX (G.). — Sur le parasitisme du *Dothichiza populea* Sacc. et Briard sur différentes espèces de Peupliers. *Bull. Soc. Myc. France*, 1903, n° 19, 353-355.
- DELACROIX (G.). — Une maladie du Peuplier de Caroline. *Bull. Soc. Myc. France*, 1906, **22**, 239-252.
- DELACROIX (G.). — Le chancre du Peuplier. *Bull. off. renseign. agric.*, 1906, n° 11, 1349.
- DELEVOY (G.) et BOUDRU (M.). — Note sur le chancre du Peuplier. *Bull. Soc. Forest. Belgique*, 1935, **42**, 1, 1-10.
- DELLA BEFFA (G.) et SERVAZZI (O.). — Note riassuntive sui parassiti e la patologia dei Pioppi. *Lab. Sper. e Osserv. Fitopat.*, Turin, 1934.
- DETMERS (Freda). — *Dothichiza* canker on Norway Poplar. *Phytopath.*, 1923, **13**, 5, 245-247.
- DILLON-WESTON (W. A. R.). — Studies of reaction of disease organisms to light. The reactions of disease organisms to certain wave-lengths in the visible and invisible spectrum. *Phytopath. Z.*, 1932, **4**, 229-246.
- DODE (L. A.). — Monographie du genre *Populus*. *Soc. Hist. Nat. Autun*, 1905.
- DODE (L. A.). — A propos des Peupliers Euraméricains de grande culture. *Bull. Soc. Dendrol., France*, 1933.
- DODE (L. A.). — Note à propos de Peupliers. *Bull. Soc. Dendrol.*, 1937, n° 101, 5-13.
- DUPRÉNOY (J.). — Les maladies du peuplier. Imprimerie Commerciale Perrette. Limoges. *C. R. XIX^e Congr. an. de l'arbre et de l'eau*, 1930, 19 p., 15 fig.
- DUPRÉNOY (J.). — Les maladies des Peupliers. *Rev. appl. de Myc.*, 1930, **10**, 418.
- EDGERTON (C. W.). — Effect of temperature on *Glomerella*. *Phytopath.*, 1915, **5**, 247-259.
- EZEKIEL (W. N.). — Effect of low temperatures on survival of *Phymatotrichum omnivorum*. *Phytopath.*, 1945, **35**, 296-331.
- FERRARIS (T.). — Secume primaverile dei germogli di Pioppo canadese. *Riv. agric. Roma*, **32**, 736, 223.
- FOEX (E.). — Une maladie du peuplier. *Rev. Hort.*, 1923, n° 95, 21, 476-477.
- FOEX (E.). — Maladie des Peupliers déterminée par le *Cenangium populeum* (Pers.) Rehm. (*Dothichiza populea* Sacc. et Briard). *Congr. Intern. Bois et Sylvic.*, Groupe 2, 5^e Sect., 1931, 576-584.
- FONTAINE (R. G.). — Quelques observations sur la culture du Peuplier en Irak, Syrie et Liban. *F. A. O. Com. Peuplier*, Rap. 4^e Ses., Genève, 1950.
- GAUMANN (E.). — Pflanzliche Infektionslehre. *Verlag Birkhäuser, Basel*, 2, Aufl.
- GOIDANICH (G.). — La defogliazione primaverile del Pioppo. *Giorn. « Il Bosco »*, 1937, **10**.
- GRAVATT (Flippo-G.). — The danger of spreading diseases on Poplar cuttings. *Com. Congr. Intern. Peuplier*, Londres, 1951, 3 p.
- GUINIER (Ph.). — Le chancre du Peuplier. *Rap. Congr. Anvers*, 1930.
- GUINIER (Ph.). — Les maladies cryptogamiques des arbres forestiers. *Bull. Ligue Nat. contre les Ennemis des Plantes*, 1940.
- GUINIER (Ph.). — Les Peupliers et leur culture. *Rev. des Eaux et Forêts*, Paris, 1946, **84**, 566-594.
- GUINIER (Ph.). — La question des Peupliers. *C. R. Acad. Agric.*, 21 mai 1947, 360-363.
- GUINIER (Ph.). — Les Peupliers du point de vue botanique et sylvicole. *Jour. Forest Suisse*, 1948, n° 7, 15 p.
- GUINIER (Ph.). — Les Peupliers. *Bull. Soc. Bot. Nord de la France*, 1949, **2**.
- GUINIER (Ph.). — Peupliers et Populiculture. *Congr. Rég. Peuplier* (Direction générale des Eaux et Forêts, C. N. P., 1951).
- HEDGCOCK (G. G.). — *Dothichiza populea* and its mode of infection, *Phytopath.*, 1927, **17**, 8, 545-547.
- HEDGCOCK (G. G.) et HUNT (U. R.). — *Dothichiza populea* in the United States. *Mycol.*, 1916, **8**, 300-309.
- HERBIGNAT (A.). — Considérations générales sur le Peuplier. *Rev. Agric. de Belgique*, 1949, n° 11.
- HERBIGNAT (A.). — Considérations générales sur le Peuplier. Types à cultiver en Belgique. Contrôle variétal. Rappel des principes fondamentaux de culture. *Bull. Soc. For. Belgique*, 1950, n° 57, **1-41**, 8 pl., 23 fig.
- HERBIGNAT (A.). — Les peupliers américains, leur importance pour l'Europe. *Rev. Agric. Belge*, 1952, n° 6.

- HILEY (W. E.). — Fungus and bacterial diseases of Poplars. *Forest. Comm. Bull.*, 1923, **5**, 47-50, 1 pl.
- HULL (R.). — Study of *Byssoschlamys fulva* and control measures in processed fruits. *Ann. appl. Biol.*, 1939, **26**, 800-822.
- KAUFFMAN (C. H.). — Klebs' theory of the control of developmental processes in organisms and its application to fungi. *Proc. Intern. Congr. Plant. Sci. Ist. Congr.*, 1929, **2**, 1603-1611.
- JOHANNES (H.). — Ein Pappelsterben, hervorgerufen durch den Pilz *Septogonium populiperdum* sp. N. *Rev. appl. Mycol.*, 1951, **30**, 1 p.
- KALANDRA (F. C.) et PFEFFER (A.). — Dulezitejsi a pozoruhodnejši poskození choroby a škudci lesních dřevin v letech 1935-1936 v Československu. *Ochr. Rost.*, 1938, **14**, 55, 24-33.
- KLEBAHN (H.). — Untersuchungen Ueber *Chondroplea populea* (*Dothichiza populea*). *Z. Pfl. Krankh.*, 1937, **47**, 38-52, 6 fig.
- LANSADE (M.). — Recherches sur le chancre du Peuplier en France. *Ann. Epiphyt.*, 1945, **11**, 23-40.
- LISS (C. K.). — Nutrient requirements in the germination of the conidia of *Glomerella, cingulata*. *Amer. J. Bot.*, 1945, **32**, 21-39.
- MANGENOT (Fr.). — Recherches méthodiques sur les champignons de certains bois en décomposition. *Librairie Générale de l'Enseignement*, Paris, 1952, 111 p.
- MARCHAL (E.). — Eléments de Pathologie végétale. *Duculot, éditeur, Paris, Librairie Agricole de la Maison Rustique*, 1937.
- MARTIN (G. H.). — Diseases of forest and shade trees, ornamental and miscellaneous plants in the United States in 1921. *Plant. Dis. Bull.*, suppl. 23, 1922, 415-488, 15 cartes.
- MEUNIER (G.). — Les Peupliers français. Recherches effectuées avec Guinier (Ph.) et Régnier (R.). *Rev. du bois et de ses applications*, Paris, 1947.
- MOREAU (F.). — Les Champignons. Physiologie. Morphologie. Développement et systématique. *Lechevalier, éditeur, Paris*, 1954, 2 vol., 2 120 p.
- MOREL (G.). — Recherches sur la culture associée de parasites obligatoires et de tissus végétaux. *Ann. épiphyt.*, 1948, **14**, 3.
- MOUILLEFERT (P.). — Traité des arbres et des arbrisseaux forestiers industriels et d'ornement. *Librairie des Sciences naturelles*. Paul Klincksieck, éditeur, 1898.
- MOSS (E. H.). — Observations on two Poplars cankers in Ontario. *Phytopath.*, 1922, **12**, 9, 425-427.
- MULLER STOLL (W. R.) et HARTMANN (U.). — Ueber den *Cytospora*-Krebs der Pappel (*Valsa sordida* Nischke) und die Bedingungen für eine parasitäre Ausbreitung. *Phytopath. Z.*, 1950, **16**, 443-478.
- NEERGAARD (P.). — Lysbehandlingsens Indflydelse paa Lenetiden Nos Froog Stampe-spores. *Gartnertidende*, 1941, **27**, 1-4.
- PARDE (L.). — Conifères et feuillus. *La Maison Rustique*. Paris.
- PHILLIPS (E. W. J.). — Identification of soft woods by their microscopic structure. *Forest product Res.*, bull. 22.
- POURTET (J.). — Déterminations et utilisation des Peupliers noirs cultivés en France. *Extr. Rev. Forest.*, 1950.
- POURTET (J.). — La culture du Peuplier. *J.-B. Baillière et Fils, éditeurs, Paris*, 1957, 255 p.
- PRILLIEUX (E.). — Observations sur le *Napicladium tremulæ*, forme conidienne du *Didymosphaeria populina*. *Bull. Soc. myc. de France*, 1892.
- QUAIRIÈRE (C. J.). — A propos d'une maladie des jeunes plants de peuplier du Canada. *Bull. Soc. Forest. Belgique*, 1931, **38**, 391-397.
- RÉGNIER (R.). — Le chancre du peuplier. *C. R. Acad. Agric. de France*, 1931, **17**, 1, 40-47.
- RÉGNIER (R.). — Les maladies du peuplier. *Bull. Soc. Centr. Forest. Belgique*, 1932, **39**, 9, 502-512.
- RÉGNIER (R.). — Recherches sur les Peupliers. *Bull. Comité des forêts*, 1934.
- RÉGNIER (R.). — Contribution à l'étude des Peupliers et de leurs principaux ennemis. *Ann. Epiphyt. et Phylogénét.*, 1937, **3**.
- RÉGNIER (R.). — Le Peuplier et sa culture industrielle. *Rev. Bot. appl.*, 1937, **186**.
- RÉGNIER (R.). — Recherches sur le chancre suintant du Peuplier. *Congr. Rég. Peuplier* (Dir. Génér. Eaux et Forêts, C. N. P.), 1951.
- RÉGNIER (R.). — Histoire de la populiiculture et de l'évolution des recherches sur les peupliers. *Rev. Soc. Savantes de Haute-Normandie*, 1957, n° 5, Sciences, 29 p.

- RICHTER (H.). — Krebs und Rindenbrand der Pappel. *Mitt. Deutsch. Dendrol. Gesellsch.*, 1933, **45** (Jahrbuch), 262-267, 2 pl.
- RILLER (A. J.). — Breeding poplars for disease resistance. *Phytopath.*, 1954, **44**, 505.
- ROL (R.). — Les hybrides artificiels et les maladies des Peupliers aux États-Unis. *Ber.*, 5, *Sitz. Intern. Pappelkomm. Rom.*, Dez, 1931, 25 p.
- ROL (R.). — Les Peupliers et les principales essences forestières de l'est des États-Unis. *Ann. École Nat. Eaux et Forêts, Nancy et Stat. de Rech. et Exp.*, 1951, **12**, 2.
- SCHMILDE (A.). — Die *Cytospora*-Krankheit der Pappel und die Bedingungen für ihr Auftreten. *Phytopath. Z.*, 1953, **21**, 1, 83-96, 5 fig.
- SCHMIDLE (A.). — Zur Kenntnis der Biologie und der Pathogenität von *Dothichiza populea* Sacc. et Briard, dem Erreger eines Rindenbrandes der Pappel. *Phytopath. Z.*, 1953, **21**, 2, 189-209, 8 fig., 1 graph.
- SCHONHAR (S.). — Untersuchungen ueber die Biologie von *Dothichiza populea* (Erreger des Pappelrindentodes). *Forstw. Zbl.*, 1953, **72**, 358-368, 4 fig.
- SCHONHAR (S.). — Beiträge zur Biologie von *Dothichiza populea* (Erreger des Pappelrindentodes). *Allg. Forstz.*, 1955, **10**, 40-41.
- SCHREINER (E. J.). — The rôle of disease in the growing of Poplar. *Journ. of Forestry*, 1931, **29**, 1, 79-82.
- SCHREINER (E. J.). — Two sepcies of *Valsa* causing disease in *Populus*. *Amer. Journ. of Bot.*, 1931, **18**, 1-29, 5 pl., 1 graph.
- SCHROEDER (H. W.). — Antagonistic Action of *Helminthosporium sativum* and *Gibberella zeae* to infection by *Tilletia* sp. Causing Bunt of Wheat. *Phytopath.*, 1955, **45**, 288-289.
- SÉGUY (E.). — Code Universel des couleurs. Encyclopédie pratique du naturaliste. Paul Lechevalier, Paris.
- SERVAZZI (O.). — Contributi alla patologia dei Pioppi i la « fillostictosi » del pioppo nero e del Pioppo del Canada. *La Difesa delle Piant.*, 1934, **11**, 185-207, 4 fig.
- SERVAZZI (O.). — Note riassuntive sui parassiti e la patologia di Pioppi. *La Difesa delle Piant.*, 1934, **11**, 2, 41-62.
- SERVAZZI (O.). — Contribuiti alla patologia dei Pioppi : La « defogliazione primaverile » dei Pioppi. *Boll. Labo. Sper. e Regio. Osserv. di Fitopat.*, 1935, anno 12, **30**, 5 p.
- SERVAZZI (O.). — Segnalazione di tumori su Pioppo. *Boll. Labo. Sperimen. e Regio. Osserv. di Fitopat.*, 1938, anno 15, 1-2.
- TARIS (B.). — Résistance au froid du mycélium de *Dothichiza populea* Sacc. et Briard et *Cytospora chrysosperma* (Prs.) Fr. C. R. Acad. Sciences, 1956, **242**, 1648-1649.
- TARIS (B.). — Mise au point des recherches accomplies en France sur les maladies cryptogamiques des Peupliers. *Union Intern. Inst. Recherches Forest.*, 1956, Oxford, 24/102.
- TER PELKWIJK (A. J.) et BRINK (G.). — Verslag van het onderzoek 1943-1945 en 1946 naar den Populieren-kanker. *Meded. ned. Heidemaatsch.*, 1946, **2**, 21 p., 6 fig., 2 graph.
- THIL (A.). — Constitution anatomique des bois. Paris, Imprimerie nationale, 1900.
- THIL (A.). — Description des sections transversales de 120 espèces de bois indigènes et exotiques. J. Tempère-Micrographie L. (Laveur, éditeur, 1914).
- THIRUMALACHAR (M. J.) et DICKSON (J. G.). — Spore germination, cultural characters and cytology of varities of *Ustilago striiformis* and the reaction of hosts. *Phytopath.*, 1953, **43**, 527-534.
- TRAYNARD et AYROUD. — Étude de la répartition de la lignine dans la membrane par action du chlore sur le bois de Peuplier. *Rev. Gén. Bot.*, 1952, n° 59, 561.
- VANDERWALLE (R.). — Un cas de dépérissement des Peupliers. *Commission nationale belge du Peuplier*, 1951.
- VAN VLOTEN (H.). — Het onderzoek naar de vatbaarheid van Populieren voor aantasting door *Dothichiza populea* Sacc. et Briard. *Tijdschr. ned. Heidemaatsch.*, 1938, **3**, 1-18, 4 fig., 2 graph.
- VELDEMAN (R.). — Étude sur le *Dothichiza*. *Commission nationale belge du Peuplier*, 1957.
- VERONA (O.) et FLORENZANO (G.). — Notizie preliminari sopra un disseccamento delle piante del Pioppo. *Agric. ital.*, 1946, **46**, 299-301, 3 pl.
- VIENNOT-BOURGIN (G.). — Les Champignons parasites des plantes cultivées. Masson, éditeur, Paris, 1949, 2 vol., 1850 p.
- VIENNOT-BOURGIN (G.) et TARIS (B.). — Les maladies du Peuplier. État actuel de la question. *Agric.*, 1955, n° 174, 319-322.

- VIENNOT-BOURGIN (G.) et TARIS (B.). — Les maladies cryptogamiques des Peupliers. *Rap. et Com. françaises. VI^e Cong. Intern. Peuplier et IX^e Session de la C. I. P.* France, avril 1957.
- VOGLINO (P.). — Il « Seccume » del Pioppo. *Boll. Labo. Speriment. e Regio. Osserv. di Fitopat.*, 1931, anno 8, 26 p.
- WATERMAN (Alma M.). — Canker of hybrid Poplar clones in the United States caused by *Septoria musiva*. *Phytopath.*, 1946, **36**, 2, 148-156, 1 fig.
- WATERMAN (Alma M.) et CASH (E. K.). — Leaf blotch of poplar caused by a new species of *Septotinia*. *Mycol.*, 1950, **42**, 3, 374-382.
- WILKINS (W. H.). — Studies in the genus *Ustilina* with special reference spores to parasitism. Spores, germination and infection. *Trans. Brit. mycol. Soc.*, 1938, **22**, 47-83.
- WOLLENWEBER (H. W.) et REINKING (O. A.). — *Die Fusarien ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung*. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, édit., Berlin, 1935.
- ZYCHA (H.). — Krankheiten der Pappel. Brühler Pappelvorträge, Shaper, Hannover, 1955, 68-77.

ANONYMES

- Enquête sur le *Dothichiza*. Descriptions sommaires des altérations provoquées par la maladie. F. A. O./C. I. P./M. A. L./1, 28 novembre 1955.
- Rapport de la 5^e Session de la Commission Internationale du Peuplier et Compte rendu du IV^e Congrès du Peuplier. Royaume-Uni, avril-mai. F. A. O./C. I. P./36.
- Commission Internationale du Peuplier. Rapport de la 6^e Session. Rome, mai 1952.
- Rapport de la 7^e Session de la Commission Internationale du Peuplier et Compte rendu F. A. O./C. I. P./62.
- Rapport du V^e Congrès International du Peuplier. Allemagne, mai 1953. F. A. O./C. I. P./69.
- Rapport du Comité exécutif permanent sur l'application au genre *Populus* des règles édictées par le Code international. F. A. O./C. I. P./76.
- Rapport de la 8^e Session de la Commission Internationale du Peuplier. Espagne, avril-mai 1955. F. A. O./C. I. P./81.
- Rapport d'activités des Commissions nationales, Belgique. F. A. O./C. I. P./86-A, 21 janvier 1957.
- Rapport d'activités des Commissions nationales, Espagne. F. A. O./C. I. P./86-F, 21 mars 1957.
- Rapport d'activités des Commissions nationales, Yougoslavie. F. A. O./C. I. P./86-H, 25 mars 1957.
- Rapports d'activités des Commissions nationales, Allemagne. F. A. O./C. I. P./86-J, 3 avril 1957.
- Rapport du groupe de travail restreint chargé de l'enquête sur le *Dothichiza populea*. F. A. O./C. I. P./M. A. L./4, 3 avril 1957.
- Les Peupliers dans la production et l'utilisation des terres. F. A. O., 1 vol., 525 p.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Les modes de dispersion des spores
chez les champignons

Vu et approuvé :

Paris, le 16 juillet 1957.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

J. PÉRÈS.

Vu

et Permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie
de Paris,

Jean SARRAILH.

